

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

**AVALIAÇÃO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
EM CURTUMES - CASO ESTUDO PELOTAS/RS**

Autor: José Francisco Almeida de Souza
Orientador: Prof. Sérgio João de Luca.

Dezembro/1990

AVALIAÇÃO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO
EM CURTUMES - CASO ESTUDO PELOTAS/RS

Trabalho apresentado como
requisito para obtenção do
grau de Mestre em Engenharia
Civil - Recursos Hídricos e
Saneamento.

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador, Sérgio João de Luca, pela oportunidade de realizar este trabalho; aos funcionários do laboratório de Saneamento Ambiental do IPH, pela ajuda na coleta e análises, e ao Grupo Extremo Sul (Curtume Lange) pela cessão do sistema de tratamento, objeto deste levantamento.

À minha esposa e às minhas filhas pela paciência e apoio.

OBS.: Este trabalho teve apoio financeiro do CNPq, Processo 415 735-89-5/RS.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
RELAÇÃO DE FIGURAS	ix
RELAÇÃO DE QUADROS	xi
RELAÇÃO DE TABELAS	xii
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xiv
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. TIPOS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	6
2.3. ATIVIDADE BIOLÓGICA NAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	6
2.3.1. Bactérias	6
2.3.2. Algas	9
2.3.3. Fungos	12
2.3.4. Protozoários	13
2.3.5. Rotíferos	13
2.3.6. Outros organismos	13
2.4. FATORES QUE AFETAM O PROCESSO DE TRATAMENTO DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	14
2.4.1. Fatores climáticos	14
2.4.1.1. Insolação	14
2.4.1.2. Temperatura	17
2.4.1.3. Ventos	18
2.4.1.4. Precipitação e evaporação	19
2.4.2. Fatores Físicos	20
2.4.2.1. Profundidade	20
2.4.2.2. Tempo de detenção	20
2.4.2.3. Regime de escoamento hidráulico	21
2.4.3. Fatores químicos	23

2.4.3.1. pH	23
2.4.3.2. Nutrientes	25
2.4.3.3. Efeitos tóxicos	26
2.4.3.3.1. Toxidez da amônia	26
2.4.3.3.2. Toxidez dos sulfetos	27
2.4.3.3.3. Outros tóxicos	28
2.5. TIPOS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	29
2.5.1. Lagoas anaeróbias	30
2.5.1.1. Mecanismos da digestão anaeróbia	30
2.5.1.2. Critérios de dimensionamento de lagoas anaeróbias ..	31
2.5.1.2.1. Modelo de Vincent	31
2.5.1.2.2. Modelo empírico	32
2.5.1.3. Remoção do lodo	34
2.5.2. Lagoas facultativas	34
2.5.2.1. Mecanismos de estabilização nas lagoas facultativas.	35
2.5.2.2. Critérios de dimensionamento de lagoas facultativas.	38
2.5.3. Lagoas de maturação	44
2.5.3.1. Dimensionamento de lagoas de maturação	45
2.6. CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	46
2.6.1. Geometria da lagoa	47
2.6.2. Diques	47
2.6.3. Estruturas de entrada e saída	48
2.6.4. Dispositivo de medição	49
2.6.5. Operação e manutenção	49
2.7. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE CURTUMES	49
CAPÍTULO III - METODOLOGIA	51
3.1. DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	52
3.2. COLETA DE AMOSTRAS	55
3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	56
3.4. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	57
3.5. ÍNDICE DE QUALIDADE DE EFLUENTES (I.Q.E.)	58
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
4.1. Apresentação dos resultados	61
4.1.1. Caracterização do afluente ao sistema	61
4.1.2. Demanda bioquímica de oxigênio	63
4.1.3. Demanda química de oxigênio	68

4.1.4. Sólidos	69
4.1.5. Sulfetos e Sulfatos	71
4.1.6. Alcalinidade Total e pH	72
4.1.7. Temperatura da água e do ar	73
4.1.8. Fosfato Total e Nitrato	73
4.1.9. Cloretos	74
4.1.10. Condutividade	75
4.1.11. Cromo Total	75
4.1.12. Coliformes	76
4.1.13. Plâncton	76
4.1.14. Características do efluente	77
4.1.15. Cálculo do Índice de Qualidade do Efluente	78
4.2. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	80
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES FINAIS	84
CAPÍTULO VI - RECOMENDAÇÕES	86
CAPÍTULO VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
CAPÍTULO VIII- ANEXO - LAUDOS DAS ANÁLISES REALIZADAS	95

RESUMO

Uma avaliação da eficiência de um sistema de lagoas de estabilização para tratamento do efluente líquido equalizado e pré-decantado de uma indústria de peles e couros no município de Pelotas/RS foi realizada. O sistema é composto de uma lagoa anaeróbia e três lagoas facultativas em série.

O levantamento foi desenvolvido ao longo de sete (7) meses, entre janeiro e julho de 1990. Neste período, o afluente ao sistema apresentou uma eficiência global média de remoção de DBO, DQO e Sólidos em Suspensão de 68, 70 e 62%, respectivamente. A avaliação de nitratos, fosfatos, sulfetos, cloretos, cromo total, coliformes totais e fecais também foi efetuada.

Sugestões e recomendações para aprimorar a qualidade do efluente tratado são apresentadas.

ABSTRACT

A system of stabilization ponds to treat equalized, pre-settled liquid effluent from a tannery in the county of Pelotas, state of Rio Grande do Sul, was evaluated. The system consist of an anaerobic pond and a series of thres facultative ponds.

The effluent monitoring program in each unit of the system covered a seven-month period from January to July 1990. During this time the system presented a mean overall efficiency in the removal of BOD, COD and Suspended Solids, of 88%, 70% and 62% respectively. Nitrates, phosphates, sulphides, chrorides, total chrome, total and fecal coliforms were also evaluated.

Suggestions and recommendations to improve the quality of the treated effluent are presented.

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1	Percentagem do tempo em que o sol permanece sobre o horizonte. FONTE: JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. (1982)	16
Figura 2	Diferentes tipos e disposições de estruturas de entrada e saída em lagoas de estabilização	22
Figura 3	Um tipo e disposição de estrutura de entrada e saída ineficiente	23
Figura 4	Variação do pH com relação ao tempo na lagoa facultativa F-3. Perfis horários levantados nos dias 24 e 25 de outubro de 1977, na superfície (1) e as profundidades de 38 cm (2), 75 cm (3) e 112 cm (4). FONTE: EXTRABES, Campina Grande, PB	24
Figura 5	Toxidez da amônia para as bactérias metanogênicas. FONTE: Luiz A. Horta Nogueira, 1986, p. 21	27
Figura 6	Seqüência simplificada da digestão anaeróbia. FONTE: Adaptado de Luiz A. H. Nogueira, p. 8	30
Figura 7	Princípios do funcionamento numa lagoa. FONTE: JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A., 1982	36
Figura 8	Correlação entre carga aplicada e carga removida de DBO para a Região Centro-Oeste do Brasil. FONTE: BERNARDINO, 1988	43
Figura 9	Correlação entre carga aplicada e carga removida de DBO para Lagoas Facultativas no Rio Grande do Sul. FONTE: OESTREICH, 1989	44
Figura 10	Eficiência na remoção de coliformes fecais em lagoas de maturação. FONTE: JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A., 1982	46
Figura 11	Diagrama esquemático da E.T.E.	53

Figura 12	Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para lagoa anaeróbia	64
Figura 13.a	Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para lagoa F_1 ($r = 0,51$, $n = 21$)	66
Figura 13.b	Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para lagoa F_2 ($r = 0,79$, $n = 22$)	67
Figura 13.c	Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para lagoa F_3 ($r = 0$, $n = 22$)	68

RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro I	Gêneros de algas encontradas em lagoas de estabilização em clima tropical. FONTE:(MARA,D.D. and PEARSON, H.W. 1986)	11
Quadro II	Percentual do tempo médio em que o sol, durante 24 horas, fica acima do horizonte em algumas capitais brasileiras, do extremo norte ao extremo sul. FONTE: Dalach, N.G. (1984)	15
Quadro III	Valores prováveis da energia solar visível em função da latitude e mês, incidindo sobre uma superfície horizontal ao nível do mar. FONTE: Jordão, E.P.; Pessoa, C.A. (1982)	15
Quadro IV	Concentrações ótimas, moderadas e inibitórias às bactérias metanogênicas, para alguns materiais. FONTE: NOGUEIRA, L.A.H. (1986)	29
Quadro V	Profundidades recomendadas para lagoas facultativas.FONTE: JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. (1982)	37
Quadro VI	Valores de t_{35} e θ . FONTE: SILVA, S.A. & MARA, D.D. (1979)	38
Quadro VII	Caracterização do efluente de quatro indústrias de peles e couros	50
Quadro VIII	Horários de coleta de amostras em cada campanha	55
Quadro IX	Caracterização do efluente final e padrões de emissão ...	78
Quadro X	Quadro demonstrativo do Índice de Qualidade do Efluente (I.Q.E.) para cada coleta de cada campanha	79

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 4.1	Caracterização do afluente ao sistema de lagoas - Valores médios das seis campanhas	62
Tabela 4.2	Valores médios de DBO_5 em cada campanha para o afluente e efluente da lagoa anaeróbia, eficiência (%) e tempo de detenção (dias)	63
Tabela 4.3	Concentrações médias de DBO_5 (mg/l) no afluente à lagoa anaeróbia e efluente de cada unidade (A, F_1 , F_2 e F_3), eficiências individuais na remoção de DBO e eficiência global do sistema	65
Tabela 4.4	Concentrações médias de DQO (mg/l) no afluente à lagoa anaeróbia e efluente de cada unidade (A, F_1 , F_2 e F_3), eficiências individuais na remoção de DQO e eficiência global do sistema	69
Tabela 4.5	Concentração de Sólidos Totais (mg/l)	70
Tabela 4.6	Concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	70
Tabela 4.7	Concentração de Sólidos Suspensos Totais (mg/l)	71
Tabela 4.8	Valores médios de concentração de Sulfetos (mg/l) por campanha e média global	72
Tabela 4.9	Valores médios da concentração de Sulfatos (mg/l) por campanha e média global	72
Tabela 4.10	Valores médios da Alcalinidade Total (mg/l de $CaCO_3$) e média global	73
Tabela 4.11	Valores médios da concentração de Fosfato Total (mg/l) em cada campanha e média global	74
Tabela 4.12	Valores médios de Nitrato (mg/l) em cada campanha e média global	74

Tabela 4.13	Valores médios de Cloretos (mg/l) por campanha e média global	75
Tabela 4.14	Valores médios da concentração de Cromo (mg/l) em cada campanha e média global	76
Tabela 4.15	Caracterização do afluente à lagoa anaeróbia e dos efluentes das lagoas A, F ₁ , F ₂ e F ₃ e eficiência global de remoção	77

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- DMA - Departamento do Meio Ambiente da Secretaria da Saúde e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.
- YSI - YELLOW SPRINGS INSTRUMENTS Co., Inc.
- λa_v - Carga orgânica volumétrica aplicada (g.DBO₅/m³.dia).
- λr_v - Carga orgânica volumétrica removida (g.DBO₅/m³.dia).
- λa_s - Carga orgânica superficial aplicada (kgDBO₅/ha.dia).
- λr_s - Carga orgânica superficial removida (kgDBO₅/ha.dia).
- t_d - Tempo de detenção.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Lagoas de estabilização vêm sendo empregadas com sucesso no tratamento de efluentes líquidos, tanto domésticos como industriais, principalmente em países em desenvolvimento, onde a disponibilidade de recursos financeiros é precária e os custos investidos em sistemas convencionais são elevados. Dessa forma, em um país em desenvolvimento como o Brasil, onde o clima é favorável ao bom desenvolvimento dos processos biológicos e que possui disponibilidade de grandes áreas, a opção por este tipo de tratamento, parece economicamente viável.

No Rio Grande do Sul, muitas são as indústrias que optaram por este tipo de tratamento (Oestreich, 1989), e muitas o adotarão, em virtude de inúmeras vantagens que apresenta sobre os sistemas convencionais de tratamento.

Devido ao fato de só recentemente ter sido realizado um trabalho semelhante a este no Rio Grande do Sul, avaliando sistemas já existentes, a maioria dos sistemas implantados foram projetados com base em parâmetros gerados em outras regiões, de clima diferente e, por isso, não apresentam as eficiências esperadas, o que leva a efluentes finais que não atendem aos limites impostos pelos órgãos responsáveis pelo controle da qualidade ambiental.

Por este motivo, é importante que mais trabalhos sobre a eficiência destes sistemas de tratamento sejam realizados no Rio Grande do Sul, para fornecer dados cada vez mais confiáveis aos projetistas.

Assim, os objetivos deste trabalho foram:

1 - avaliar a eficiência de um sistema de tratamento por lagoas de estabilização, do efluente equalizado e pré-decantado, de uma indústria de peles e couros no município de Pelotas/RS. O sistema era constituído de uma lagoa anaeróbia e três lagoas facultativas em série;

2 - sugerir e recomendar pesquisas e aprimoramentos no sistema de tratamento, de forma a se atingir os padrões legais de efluente.

A seguir é apresentada a revisão bibliográfica e a metodologia que embasaram o levantamento.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUÇÃO

É muito difícil, senão impossível, determinar com precisão a época em que surgiu a primeira lagoa de estabilização do mundo, tendo em vista que a simples descarga, acidental ou não, de despejos contendo matéria orgânica foi o suficiente para desencadear os processos da estabilização (LAGOAS, 1975). Entretanto, a utilização de lagoas com o objetivo específico de destinar as águas residuárias, remonta ao início do século, embora construídas sem critério algum (LAGOAS, 1975; GLOYNA, 1971).

Em 1901 a cidade de San Antonio no Texas, E.U.A., foi uma das primeiras a utilizar lagoas para destinação de suas águas residuárias (GLOYNA, 1971). Isto foi seguido por outros estados daquele país como Montana (1911), California (1911 e 1924), Dakota do Norte (1928) e outros, mas foi a partir da II Guerra Mundial, que se começou a utilizá-las seguindo critérios técnicos.

Nos Estados Unidos, o primeiro sistema de lagoas, projetado para tratar esgoto bruto, foi na cidade de Maddock, na Dakota do Norte, em 1948 (JORDÃO & PESSÔA, 1982; SILVA & MARA, 1979; LAGOAS, 1975; GLOYNA, 1971).

Nesta época, na Austrália, começaram os estudos sobre lagoas, inclusive sistemas em que as lagoas eram dispostas em série, e que veio a se chamar "sistema australiano".

No Brasil, o primeiro sistema de lagoas construído criteriosamente, foi em 1960, na cidade de São José dos Campos, consistindo em duas lagoas em série, uma anaeróbia e outra aeróbia, cuja eficiência superou todas as expectativas (LAGOAS, 1975; VICTORETTI, 1973).

A conjugação de vários fatores, como eficiência, custo,

facilidade de operação e manutenção, entre outros, levou a uma surpreendente proliferação de unidades de tratamento desse tipo, de forma que podem ser hoje encontradas por todas as partes do mundo.

2.2. TIPOS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Existem três tipos principais de lagoas de estabilização, quais sejam: lagoa anaeróbia, lagoa facultativa e lagoa de maturação.

Lagoas anaeróbias são aquelas em que o processo de estabilização ocorre na ausência de oxigênio dissolvido, enquanto as lagoas facultativas promovem a estabilização por mecanismos anaeróbios na camada de lodo do fundo e aeróbios nas porções mais próximas à superfície. Já as lagoas de maturação, estritamente aeróbias, têm como finalidade, não a estabilização de matéria orgânica, mas sim, a remoção de organismos patogênicos. Algumas variações destes tipos básicos são também utilizadas, como lagoas de lodo anaeróbias ou facultativas (SOBRINHO, 1983), lagoas de macrófitas facultativas ou de maturação (MOSSÉ, 1980), lagoas de alta taxa (maturação), etc. O presente estudo se ocupará dos três tipos principais, acima citados.

2.3. ATIVIDADE BIOLÓGICA NAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

A existência de nutrientes no líquido da lagoa proporciona o desenvolvimento de microorganismos, em especial bactérias e algas que desempenham um papel importante na estabilização da matéria orgânica contida nas águas residuárias.

Além das bactérias e algas podemos encontrar uma variedade de outros organismos, tornando a lagoa um sistema bastante complexo do ponto de vista ecológico.

2.3.1. Bactérias

No processo de estabilização das águas residuárias, sem

duvida, as bactérias constituem o grupo de microorganismos que desempenham o papel mais importante, desde que são elas que transformam a matéria orgânica complexa (na presença ou não de oxigênio dissolvido) em formas mais simples como gás carbônico, nitratos, fosfatos, água, sais de amônia, etc. (LAGOAS, 1975).

As bactérias são microorganismos unicelulares que se reproduzem por divisão de uma célula em duas outras (fissão binária ou cissiparidade). Podem se apresentar sob diversas formas como esférica, bastão ou espiral e podem aparecer isoladas ou em colônias (PELCZAR, REID & CHANG, 1981; HAMMER, 1979), sendo as da forma de bastão, as que ocorrem em maior abundância nas águas residuárias (SILVA & MARA, 1979).

As bactérias podem ser classificadas de acordo com alguns critérios, como:

a. Fontes de carbono e energia

Dependendo da fonte de nutrientes, da qual suprem suas necessidades, as bactérias podem ser classificadas em dois grandes grupos: Heterotróficas e Autotróficas.

a.1. As bactérias heterotróficas, também chamadas saprófitas, utilizam a matéria orgânica como fonte de carbono, podendo utilizar como fonte de energia para a síntese, a energia radiante (fotorganotróficas) ou energia proveniente da oxidação de compostos orgânicos (quimiorganotróficas) (PELCZAR, REID & CHAN, 1980).

a.2. As bactérias autotróficas, utilizam o gás carbônico como fonte de carbono, podendo utilizar como fonte de energia, a energia radiante (fotolitotróficas) ou a energia proveniente da oxidação de compostos inorgânicos como nitritos, compostos do enxofre, etc. (quimiolitotróficas) (PELCZAR, REID & CHAN, 1980).

No tratamento das águas residuárias, as bactérias heterotróficas são as mais importantes, pois o objetivo primordial é estabilizar a matéria orgânica.

b. Utilização do Oxigênio Dissolvido

Quanto às necessidades de oxigênio, as bactérias podem

ser classificadas em três grupos:

b.1. Bactérias anaeróbias: este grupo, oxida a matéria orgânica, na ausência completa de oxigênio dissolvido, utilizando o oxigênio ligado a outros compostos como nitratos e sulfatos (HAMMER, 1979)

b.2. Bactérias aeróbias: este grupo de bactérias necessita de oxigênio dissolvido para decompor a matéria orgânica.

b.3. Bactérias facultativas: estas compreendem um grupo que utiliza o oxigênio dissolvido se este for disponível, podendo se desenvolver também na sua ausência, como anaeróbias.

No tratamento de águas residuárias, por lagoas de estabilização, encontramos os três grupos acima, os quais dão a denominação as lagoas anaeróbias, aeróbias e facultativas, respectivamente.

c. Influência da Temperatura

A temperatura é um fator importante no crescimento bacteriano, tendo em vista que o crescimento depende de uma série de reações, as quais são influenciadas pela temperatura.

Como diferentes espécies de bactérias reagem de modo diferente à temperatura, elas são classificadas em grupos de acordo com a faixa de temperatura na qual seu crescimento é ótimo, ou seja:

c.1. Bactérias psicrófilas: são capazes de se desenvolver à 0°C ou menos, embora seu ponto ótimo de crescimento situe-se entre 15 e 20°C (PELCZAR, REID & CHAN, 1981).

c.2. Bactérias mesófilas: este grupo apresenta um crescimento melhor na faixa de 25 a 40°C (PELCZAR, REID & CHAN, 1981), com um valor ótimo de 37°C (BRANCO, 1978).

c.3. Bactérias termófilas: estas, se desenvolvem melhor na faixa de 45 a 60°C. Essa faixa de temperatura não é utilizada no tratamento de águas residuárias, pois estas bactérias são mais sensíveis a pequenas variações de temperatura, o que torna o processo, operacionalmente, muito difícil (BRANCO, 1978).

Em clima subtropical como o do Rio Grande do Sul, deve-se encontrar bactérias psicrófilas e mesófilas atuando nos sistemas de lagoas, conforme a estação do ano.

O pH também exerce influência no crescimento bacteriano, de forma que seu crescimento ótimo situa-se entre 6,5 e 7,5, embora a maioria das espécies suportem variações na faixa de 4,0 a 9,0 (PELCZAR, REID & CHAN, 1981).

Uma característica das bactérias de importância fundamental no tratamento das águas residuárias é sua capacidade de flocular, quando entram na fase de declínio do crescimento favorecendo assim sua remoção por sedimentação e posterior decomposição anaeróbia do lodo (SILVA & MARA, 1979).

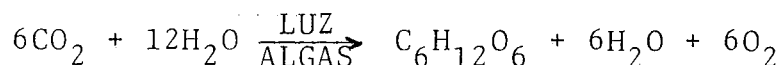
Algumas bactérias causadoras de doenças (patogênicas), são encontradas nas águas residuárias, sendo as mais comuns, aquelas que provocam doenças intestinais como cólera (*Vibrio cholerae*), disenteria (*Shigella spp.*), febre tifóide (*Salmonella spp.*) e diarréias. Por isso, o monitoramento dos efluentes das estações de tratamento se faz necessário para evitar a contaminação dos corpos receptores.

O controle individual dessas espécies patogênicas, além de demorado, implica em custos elevados, sendo por isso uma prática "impossível" na rotina das estações de tratamento. Entretanto, um outro grupo de bactérias, de origem também fecal, não patogênico e que ocorre em maior quantidade que aquelas, é utilizado como meio de controle (indicador) da presença das patogênicas. Essas bactérias de mais simples detecção, são chamadas bactérias coliformes.

2.3.2. Algas

As algas são organismos cujas dimensões variam desde pequenas células microscópicas em forma esférica, bastão, fusiforme, etc., até formas ramificadas de comprimento visível a olho nú (PELCZAR, REID & CHAN, 1981; HAMMER, 1979).

São organismos autotróficos que utilizam o gás carbônico como fonte de carbono e fosfatos e nitratos como nutrientes para realizar a fotossíntese (HAMMER, 1979), através da qual, e sob a influência da luz solar sintetizam novas células e liberam oxigênio no meio líquido, de acordo com a equação (SILVA & MARA, 1979).



A direção primordial da equação acima é da esquerda para a direita, mas na ausência prolongada de luz (durante a noite) as algas podem realizá-la da direita para a esquerda. Nesse caso, as algas utilizam o oxigênio para degradar o alimento armazenado e assim gerar a energia necessária para as reações respiratórias essenciais. A taxa dessa reação, contudo, é significativamente mais lenta que a da fotossíntese, o que ajuda a manter o ambiente aeróbio (HAMMER, 1979; BRANCO, 1978).

Muitos gêneros de algas têm sido encontrados nos sistemas de lagoas de estabilização, mas os gêneros dominantes são geralmente membros das Chlorophyta e Euglenophyta e em menor extensão Chrysophyta e Cyanophyta (MARA & PEARSON, 1986).

Geralmente a diversidade de espécies diminui com o aumento da carga orgânica e conseqüentemente nas lagoas facultativas é encontrada uma diversidade menor de espécies do que nas lagoas de maturação. Devido a turbidez das lagoas facultativas, predominam nestas os gêneros móveis de algas como *Chlamydomonas*, *Euglena* e *Pyrobotrys*, que podem se mover na camada onde penetra a luz, sendo por isso, mais competitivas do que os gêneros não móveis (MARA & PEARSON, 1986).

O quadro a seguir mostra exemplos de gêneros de algas encontrados em lagoas de estabilização (MARA & PEARSON, 1986).

GÊNERO	L. FACULTATIVA	L. MATURAÇÃO
Euglena	+	+
Phacus	+	+
Chlamydomonas	+	+
Chlorogonium	+	+
Pyrobotrys	+	+
Eudorina	+	+
Pandorina	+	+
Scenedesmus	-	+
Volvox	+	+
Dictyosphaerium	-	+
Oocystis	-	+
Cyclotella	-	+
Ankistrodesmus	-	+
Chlorella	+	+
Micractinium	-	+
Rhodomonas	-	+
Coelastrum	-	+
Navícula	-	+
Cryptomonas	+	+
Oscillatoria	+	+
Anabaena	-	+
Spirulina	-	+

+ Presente

- Ausente

QUADRO I - GÊNEROS DE ALGAS ENCONTRADAS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO EM CLIMA TROPICAL. FONTE: (MARA, D.D. and PEARSON, H.W. (1986);

Em lagoas facultativas bem operadas, a produção de algas fica frequentemente na faixa de 1000 à 3000 µg clorofila/litro, dependendo da taxa de aplicação de carga orgânica. Em lagoas de maturação (carga de $DBO_5 < 50$ kg/ha.dia) a produção é frequentemente menor, diminuindo a cada unidade subsequente devido a diminuição da disponibilidade de nutrientes (MARA & PEARSON, 1986).

Em experiências realizadas no nordeste, foi observado que a produção de algas em lagoas de maturação aumenta com o aumento da carga orgânica, pois com isso, aumenta a disponibilidade de nutrientes (N,P) essenciais às algas. Em lagoas facultativas,

foi observado o oposto (SILVA, 1988).

Nas lagoas facultativas, em ausência de ventos, que promovem a mistura da água, a população de algas tende a se estratificar formando uma banda de uns 20 cm de espessura próxima à superfície nas horas de insolação, e esta banda move-se para cima e para baixo através da coluna de água (geralmente dentro de uma zona que se estende até uma profundidade de 40 cm da superfície) em resposta às mudanças nas condições de incidência da luz. Essa banda concentrada de algas (que se dispersa durante a noite) pode causar grandes flutuações, na qualidade do efluente (DBO, DQO, SS) durante o dia.

Nas lagoas de maturação esta estratificação é muito menos pronunciada, e as algas estão normalmente presentes ao longo de toda a profundidade da lagoa (MARA & PEARSON, 1986).

Experiências feitas com os gêneros *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Euglena* e *Chlamydomonas* para averiguar o efeito tóxico da amônia e sulfeto mostraram que ao sulfeto esses gêneros são mais tolerantes na seqüência *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Scenedesmus* e *Euglena* e à amônia a tolerância segue a seqüência *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Chlamydomonas* e *Euglena* (PEARSON, MARA, MILLS & SMALLMANN, 1987).

2.3.3. Fungos

Os fungos são microorganismos eucarióticos quimiorganotróficos.

Com poucas exceções, reproduzem-se por meio de esporos e além disso, a maioria das partes de um fungo é potencialmente capaz de crescimento. Não possuem clorofila e em geral são filamentosos (PELCZAR, REID & CHAN, 1980).

Os fungos podem estabilizar quase todos os compostos orgânicos encontrados nas águas residuárias, da mesma forma que as bactérias, embora sua importância nos sistemas de estabiliza

ção seja secundária, e sua presença até indesejável, devido a natureza filamentosa que os torna incapazes de formar flocos compactos e por isso não decantarem facilmente (SILVA & MARA, 1979).

Como os fungos se desenvolvem bem em baixos valores de pH (4 a 5), tais condições devem ser evitadas, o que pode ser feito não sobrecarregando a lagoa e evitando assim a produção de ácidos orgânicos (SILVA & MARA, 1979). Tomando as devidas precauções para que o pH se situe em torno de 7,0, embora os fungos estejam presentes e ajudem na estabilização da matéria orgânica, as bactérias predominarão.

2.3.4. Protozoários

São microorganismos eucarióticos, que ocorrem como células isoladas ou em colônias.

Os protozoários são móveis, podendo utilizarem-se de cílios, flagelos ou pseudópodos para tal.

De particular importância nas lagoas de estabilização, são os protozoários saprófitas que se alimentam de bactérias, sendo esse seu papel mais importante nas lagoas.

2.3.5. Rotíferos

São animais de dimensões bastante reduzidas, mas de estrutura complexa. As maiores espécies atingem apenas 1 ou 2 milímetros de comprimento, mas a grande maioria delas somente é visível ao microscópio (BRANCO, 1978). São organismos aeróbios que se alimentam de bactérias, algas e protozoários. São encontrados nas lagoas com baixo carregamento orgânico.

2.3.6. Outros organismos

Muitos outros organismos fazem parte da atividade bio

lógica de uma lagoa de estabilização, podendo-se inclusive cultivar peixes em lagoas de maturação onde houver uma disponibilidade mínima de oxigênio dissolvido da ordem de 4 a 5 mg/l.

2.4. FATORES QUE AFETAM O PROCESSO DE TRATAMENTO DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

2.4.1. Fatores climáticos

As condições climáticas afetam grandemente o funcionamento das lagoas de estabilização. A seguir, serão abordados alguns fatores climáticos, tais como insolação, temperatura, ventos, precipitação e evaporação.

2.4.1.1. Insolação.

O bom funcionamento de uma lagoa de estabilização depende em grande parte da produção fotossintética de oxigênio, o que é promovido pelas algas clorofiladas e influenciado pela intensidade da luz incidente.

A intensidade luminosa varia principalmente com a latitude da região, sendo pouco afetada pela altitude. Por outro lado, para uma determinada latitude, o tempo de permanência do sol acima do horizonte varia com as estações do ano.

O quadro II mostra o percentual do tempo médio em que o sol, durante as 24 horas, fica acima do horizonte em algumas capitais brasileiras, enquanto o quadro III mostra os valores prováveis da energia solar visível em função da latitude e do mês, incidindo sobre uma superfície horizontal ao nível do mar.

Cidades e latitudes Meses	Boa Vista	Fortaleza	Recife	Salvador	Goiânia	Belo Horizonte	Rio de Janeiro	São Paulo	Curitiba	Porto Alegre
	(+ 2°49')	(- 3°43')	(- 8°00')	(- 13°00')	(- 17°00')	(- 19°50')	(- 22°54')	(- 23°33')	(- 25°20')	(- 30°01')
Dezembro	49,2	51,0	52,0	53,1	54,2	54,8	55,8	56,0	56,4	58,0
Janeiro	49,3	50,8	51,7	52,6	53,4	53,9	54,8	54,9	55,2	56,6
Novembro	49,5	50,6	51,3	52,0	52,7	53,1	53,7	53,8	54,1	55,1
Fevereiro	49,6	50,5	50,9	51,4	51,9	52,2	52,6	52,7	52,9	53,6
Outubro	49,7	50,3	50,6	50,9	51,1	51,3	51,6	51,6	51,7	52,2
Março	49,9	50,1	50,2	50,3	50,4	50,4	50,5	50,5	50,6	50,7
Setembro	50,1	49,9	49,8	49,7	49,6	49,6	49,5	49,5	49,4	49,3
Abril	50,2	49,7	49,5	49,2	48,9	48,7	48,4	48,4	48,3	47,8
Agosto	50,4	49,5	49,1	48,6	48,1	47,8	47,4	47,3	47,1	46,4
Mai	50,5	49,4	48,7	48,0	47,3	46,9	46,3	46,2	45,9	44,9
Julho	50,6	49,2	48,4	47,5	46,6	46,1	45,3	45,1	44,8	43,5
Junho	50,8	49,0	48,0	46,9	45,8	45,2	44,2	44,0	43,6	42,0

QUADRO II - Percentual do tempo médio em que o sol, durante 24 horas, fica acima do horizonte em algumas capitais brasileiras, do extremo norte ao extremo sul.

FONTE: Dacach, N.G. (1984).

Latitude — Sul		Meses											
Grau	Limites	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
0	Máx.	228	246	266	268	260	263	265	274	276	268	246	228
	Mín.	131	161	205	205	206	203	218	225	212	190	180	100
5	Máx.	242	252	266	260	248	250	250	262	275	271	257	242
	Mín.	142	166	201	196	194	187	205	209	205	188	186	113
10	Máx.	252	258	263	250	232	234	232	251	269	274	267	254
	Mín.	152	171	194	183	179	168	186	190	197	185	190	125
15	Máx.	264	262	257	239	214	213	212	237	261	175	271	266
	Mín.	159	171	185	169	161	148	165	168	186	181	192	136
20	Máx.	270	264	249	226	194	189	190	220	251	274	281	276
	Mín.	165	172	174	152	141	125	139	144	171	172	192	143
25	Máx.	276	264	240	210	175	162	166	202	239	270	286	282
	Mín.	170	168	161	134	116	100	107	123	156	164	188	151
30	Máx.	278	263	228	194	151	131	142	181	222	264	287	287
	Mín.	171	161	145	114	92	73	79	99	137	153	182	158
35	Máx.	277	258	216	176	125	99	112	160	204	254	286	289
	Mín.	171	152	128	93	65	45	48	76	117	140	172	164

S em cal por cm² por dia — ou langleys por dia.

S médio = S mín. + P (S máx. — S mín.)

$$P = \frac{\text{Total de horas de insolação}}{\text{Total possível de horas de insolação}}$$

Correção de altitude (até 3 000 m):

$$S_{alt} = S (1 + 0,00925 \times \text{altitude}).$$

QUADRO III -- Valores prováveis da energia solar visível em função da latitude e mês, incidindo sobre uma superfície horizontal ao nível do mar.

FONTE: Jordão, E.P.; Fessôa, C.A. (1982).

Um recurso semelhante ao quadro II, é o gráfico mostrado na figura 1, que também dá a percentagem do tempo em que o sol permanece acima do horizonte em função da latitude, tanto para o hemisfério norte como para o hemisfério sul. O percentual obtido do quadro II ou da figura 1 corresponde ao valor de "P" indicado abaixo do quadro III, que é usado para o cálculo da intensidade luminosa média, o que deve ser feito para um mês crítico.

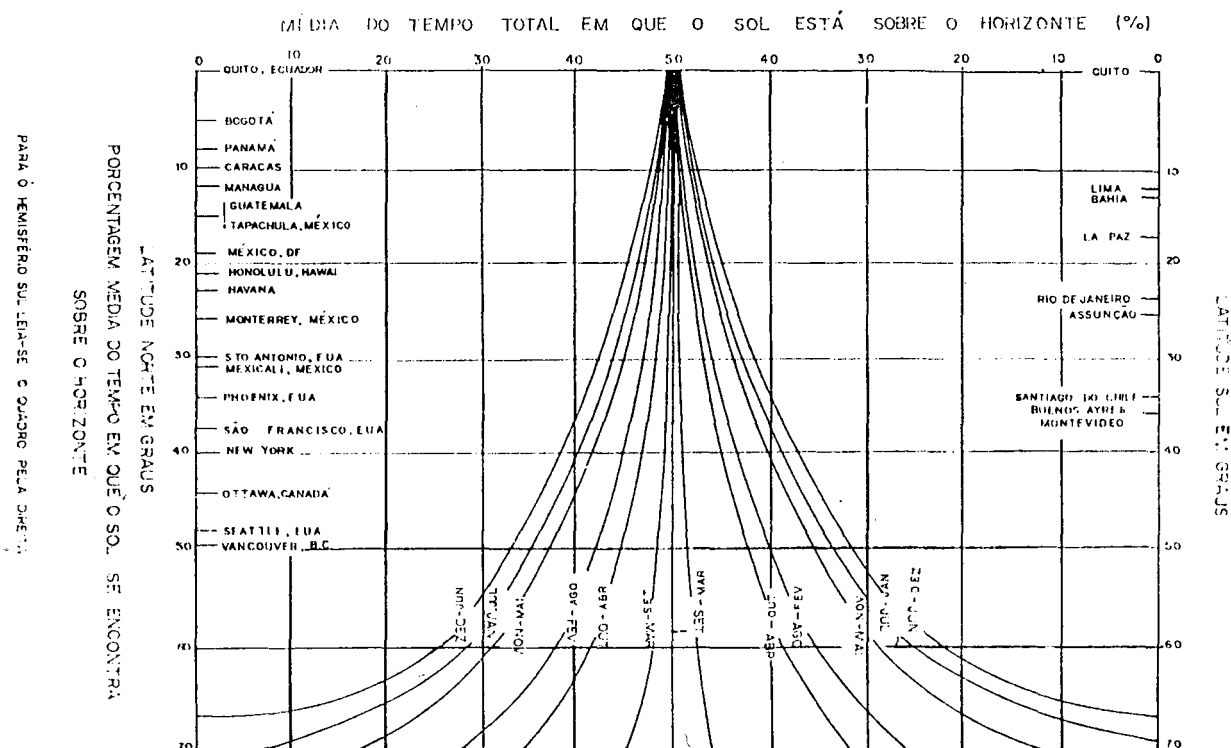


FIG. 1 - Percentagem do tempo em que o sol permanece sobre o horizonte.
 FONTE: Jordão, E.P., Pessoa, C.A. (1982).

Experiências realizadas com *Euglena Gracilis* e com outras espécies de algas frequentes em lagoas de estabilização, revelam que apenas uma pequena parte (5 a 7%) do total de intensidade luminosa que chega às algas em um dia claro é o suficiente para que estas fiquem saturadas (DA-RIN, 1980; BRANCO, 1978).

Dependendo da turbidez, cobertura de espuma e da intensidade da luz incidente, existe uma profundidade, além da qual, a produção de oxigênio não é suficiente para cobrir a própria de

manda respiratória das algas. O valor desta profundidade é dado pela equação de Beer-Lambert e corresponde ao chamado "ponto de compensação" (BRANCO, 1978),

$$d = \frac{\ln \frac{I_0}{I_d}}{K.C}$$

onde:

I_0 : intensidade da luz incidente em lux;

I_d : intensidade da luz na profundidade "d" (ponto de compensação) em lux;

K : coeficiente de absorção (normalmente $K = 0,15 \frac{1}{\text{mg.m}}$ (SILVA & MARA, 1979);

C : concentração de algas (mg/l);

d : profundidade em m.

O produto $K.C = \eta$, que se chama "coeficiente de extinção", pode ser determinado, na prática, através do disco de "Secchi". O processo consiste em mergulhar o disco na água, até a profundidade em que desaparece aos olhos do observador. O coeficiente " η " é dado pelo dobro desta profundidade, que é a distância percorrida pela luz no caminho de ida e volta através da água (BRANCO, 1978).

A intensidade da luz, no ponto de compensação, depende das espécies presentes e pode ser determinada em laboratório.

2.4.1.2. Temperatura

A temperatura é um dos parâmetros mais importantes, senão o mais importante, no projeto e no desempenho de lagoas de estabilização.

A temperatura afeta a produção fotossintética de oxigênio pelas algas assim como a atividade das bactérias na estabilização da matéria orgânica.

Para a produção fotossintética de oxigênio, a temperatura ótima é de 20°C, embora isso possa ocorrer numa faixa que vai de 4°C a 35°C, sendo que acima de 35°C a capacidade de produção de oxigênio das algas se reduz e abaixo de 4°C a atividade bacteriana sofre um grande retardamento.

A remoção da matéria orgânica pelas bactérias pode ser representada por uma reação de primeira ordem (degradação de primeira ordem), onde a constante desta taxa (velocidade de degradação) "K", é dependente da temperatura. É através dessa constante que se traduz matematicamente o efeito da temperatura na atividade bacteriana.

A dependência de "K" com a temperatura é usualmente descrita pela equação de Van T' Hoff-Arrhenius:

$$K_T = K_{T_0} \cdot \theta^{T-T_0}$$

Tomando como base a temperatura de 20°C, a expressão pode ser escrita como

$$K_T = K_{20} \cdot \theta^{T-20}$$

onde K_T e K_{20} são respectivamente os valores de "K" (dia^{-1}) a $T^\circ\text{C}$ e 20°C , e " θ " é a constante de Arrhenius, cujo valor situa-se normalmente entre 1,01 e 1,09 (SILVA & MARA, 1979).

Outro efeito importante da temperatura sobre as lagoas de estabilização, é o fenômeno da estratificação térmica. Este fenômeno deve-se ao surgimento de um gradiente de densidade provocado pela temperatura. A estratificação térmica é indesejável, pois impede a distribuição uniforme dos gases dissolvidos, matéria orgânica e da biota, o que reduz a capacidade da lagoa.

2.4.1.3. Ventos

O vento é um dos principais agentes de mistura em uma

lagoa, promovendo a homogeneização do conteúdo da mesma, com a dispersão dos sólidos e distribuição uniforme dos gases dissolvidos (LAGOAS, 1975), evitando, assim, zonas estagnadas, curto-circuitos e estratificação térmica (OESTREICH, 1989).

A ação do vento é importante também no sentido de que pode deslocar gases mal cheirosos que eventualmente se desprendam da lagoa. Para tanto, a lagoa deve ser disposta de forma que os ventos predominantes na região levem estes gases para longe das concentrações urbanas.

Ocorrendo ventos na direção de uma grande extensão da lagoa, pode acontecer a formação de grandes ondas e, em consequência, a erosão das margens, o que pode ser contornado desde que o talude interno das margens tenha pequena declividade (1:3 ou 4, por exemplo) e/ou revestimento das margens com material resistente.

2.4.1.4. Precipitação e evaporação

A precipitação e a evaporação raramente exercem alguma influência no funcionamento de uma lagoa (DA-RIN, 1980), entretanto, em casos extremos, devem ser considerados.

As precipitações podem provocar um aumento de vazão e redução do tempo de detenção hidráulico, o que pode afetar o funcionamento do sistema (JORDÃO & PESSÔA, 1982; DA-RIN, 1980).

A evaporação, no sentido contrário, conduz a uma maior concentração do substrato, o que pode resultar em salinidade prejudicial ao equilíbrio osmótico celular (JORDÃO & PESSÔA, 1982; DA-RIN, 1980; LAGOAS, 1975).

A evaporação em conjunto com a infiltração, pode levar à lagoas sem efluente, o que, em muitos casos, pode ser vantajoso (LAGOAS, 1975).

2.4.2. Fatores físicos

2.4.2.1. Profundidade

Teoricamente, as lagoas rasas (60 cm ou menos) seriam as mais eficientes, do ponto de vista do rendimento ótimo da produção de oxigênio (fotossintética) e manutenção do mesmo em todos os pontos da massa líquida, desde que a luz poderia penetrar até o fundo da lagoa. Todavia, essas profundidades favorecem o desenvolvimento excessivo de algas e o crescimento de plantas aquáticas, sendo conveniente a adoção de uma profundidade maior.

Desta forma, para climas quentes, são recomendadas profundidades que vão dos 0,90 m para lagoas de maturação até 4,5 ou 5,0 m para lagoas anaeróbias (LAGOAS, 1975).

Para evitar o crescimento de plantas enraizadas, que além de prejudiciais à boa operação da lagoa podem constituir suporte para focos de larvas de insetos, a profundidade não deve ser inferior a 0,70 m (BRANCO, 1978) ou 1,0 m (SILVA & MARA, 1979).

2.4.2.2. Tempo de detenção

O tempo de detenção hidráulico médio (t_d) é um parâmetro que deriva da relação entre o volume (V) da lagoa e a vazão (Q) afluyente à mesma, e significa o tempo médio que uma partícula permanece no reator (lagoa) antes de ser descarregada pelo fluxo efluente.

$$t_d = \frac{V}{Q}$$

Embora não existam dados suficientes que permitam uma correlação fiel entre a remoção de DBO e o tempo de detenção, experiências realizadas em Israel, África e Austrália sugerem os seguintes valores a serem utilizados no projeto de lagoas anaeróbias para temperaturas acima de 20°C (MARA, 1983).

t_d (dia)	Remoção DBO_5 (%)
1	50
2,5	60
5,0	70

O tempo de detenção ótimo para lagoas anaeróbias é 5 dias. Quando dimensionadas para tempos de detenção maiores podem funcionar como facultativas e menores, aumenta a possibilidade de emissão de maus odores, diminui o intervalo entre remoções de lodo, diminui a qualidade bacteriológica do efluente e reduz a remoção de DBO (MARA, 1983).

2.4.2.3. Regime de escoamento hidráulico

A eficiência do tratamento em lagoas de estabilização é bastante influenciada pelo regime de escoamento hidráulico.

O escoamento hidráulico (de fluxo contínuo) em um reator pode aproximar-se tanto de um regime de carga completamente dispersa (mistura completa), como de um regime de carga não dispersa (plug-flow), que são dois casos extremos. Na prática, os regimes de fluxo são intermediários, ou seja, carga parcialmente dispersa (SILVA & MARA, 1979).

Pode ser mostrado que para reatores iguais e igual produto $K.t_d$ (constante de degradação de 1ª ordem e tempo de detenção) a maior eficiência na degradação da matéria orgânica é obtida no reator com fluxo de pistão e a mínima no reator com mistura completa.

A forma geométrica da lagoa tem influência no regime de escoamento e por conseguinte na eficiência da lagoa. Deste modo, formas que apresentem contornos com saliências ou reentrâncias e a existência de ilhas que promovem curto-circuitos e retenção de escumas, dificultam a ação homogeneizadora do vento e por isso devem ser evitadas.

Segundo experiências realizadas em Logan, Utah, com um sistema de lagoas, a relação profundidade/largura (d/W) tem influência na eficiência, de forma que o aumento dessa relação proporciona o aumento de espaços mortos e o desvio do fluxo de pistão, reduzindo assim, a eficiência hidráulica da lagoa (OESTREICH, 1989).

Estas mesmas experiências mostraram que o aumento do número de Reynolds promove uma pequena diminuição nos espaços mortos e desvio do regime de fluxo de pistão (OESTREICH, 1989).

A relação comprimento/largura (L/W), bem como o tipo e disposição das estruturas de entrada e saída da lagoa também exercem influência na eficiência. Estudos nesse sentido (FERRARA & HARLEMAN, 1981), foram realizados com várias lagoas e com diferentes relações comprimento/largura ($0,4 < L/W < 2,3$) e diferentes disposições das estruturas de entrada e saída, com ajuda de modelos matemáticos. Os melhores resultados são mostrados na figura 2.

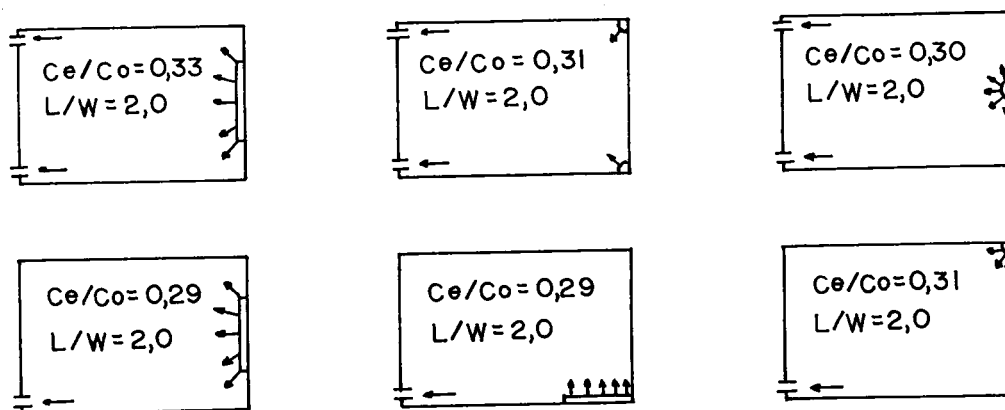


FIG.2 - Diferentes tipos e disposições de estruturas de entrada e saída em lagoas de estabilização.

Isso mostra que as formas retangulares são mais eficientes, embora essa eficiência tenha ficado próxima a do regime de mistura completa ($C_e/C_o = 0,33$ predita pelo modelo) e a-

fastada do fluxo de pistão ($C_e/C_o = 0,13$), (FERRARA & HARLEMAN, 1981).

Um tipo de estrutura de entrada e saída bastante comum é o mostrado na figura 3, que se mostrou ineficiente, pois o direcionamento do fluxo da entrada para a saída, resulta em uma série de curto-circuitos e conseqüentemente, grande espaço morto (FERRARA & HARLEMAN, 1981).

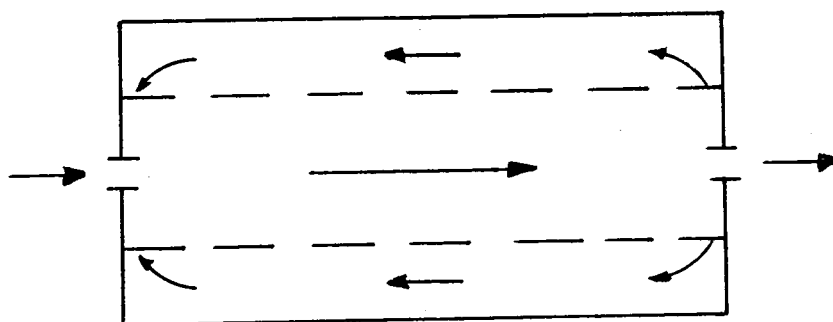


FIG.3 - Um tipo e disposição de estrutura de entrada e saída ineficientes.

2.4.3. Fatores químicos

Alguns fatores químicos afetam sensivelmente o funcionamento das lagoas, devido à influência que exercem direta ou indiretamente na atividade biológica da lagoa.

2.4.3.1. pH

O pH é um fator limitante na atividade biológica das lagoas de estabilização, interferindo de várias maneiras no processo depurador.

O pH das lagoas está sujeito a grandes variações, seguindo um ciclo diário, aumentando com a fotossíntese até valores que podem chegar à 10 na parte da tarde e atingir um mínimo nas primeiras horas da manhã.

A figura 4 mostra a variação diária do pH em uma lagoa facultativa.

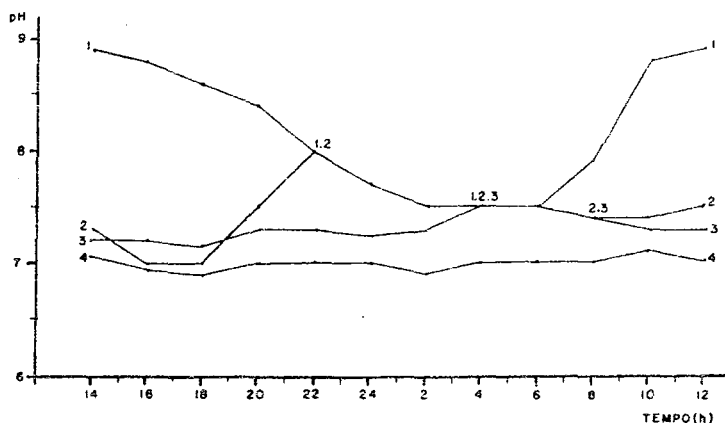
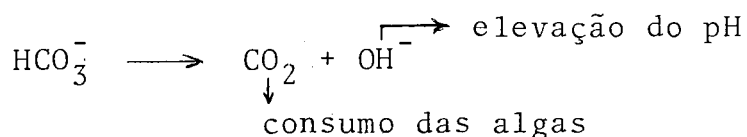


FIG.4 - Variação do pH com relação ao tempo na lagoa facultativa F-3. Perfis horários levantados nos dias 24 e 25 de outubro de 1977, na superfície (1) e as profundidades de 38 cm (2), 75 cm (3) e 112 cm (4).
FONTE: EXTRABES - Campina Grande, PB.

Essa variação do pH ocorre devido ao fato de que o consumo de CO_2 dissolvido pelas algas, nas horas em que a luminosidade é disponível, é maior que a reposição pela respiração das bactérias. Isso leva ao deslocamento da reação (abaixo) para a direita, para produção de mais CO_2 (para consumo das algas) e liberação de íons hidroxila no meio, o que provoca um aumento do pH (SILVA & MARA, 1979; PIPES, 1962; LUDWIG et alii, 1951).



Por outro lado, à noite, cessa a atividade fotossintética das algas e a reposição de CO_2 pela respiração bacteriana faz aumentar a concentração do CO_2 , ocorrendo o deslocamento da reação para a esquerda e conseqüentemente abaixamento do pH pela diminuição da concentração de íons hidroxila.

Para valores de pH maiores do que 9, ocorre a precipitação do fósforo sob a forma de orto-fosfato insolúvel, inibindo assim o crescimento das algas pela falta desse nutriente (BRANCO, 1978).

Em lagoas anaeróbias, o pH deve ser mantido numa faixa neutra (6,5 a 7,5) para facilitar o crescimento das bactérias metanogênicas, muito sensíveis ao pH. Isso pode ser feito pela adição de pó de calcário ou cal no afluente à lagoa, sempre que o pH não alcançar aquela faixa (LAGOAS, 1975).

2.4.3.2. Nutrientes

Carbono, nitrogênio e fósforo são os nutrientes mais importantes para algas e bactérias, sendo a sua disponibilidade essencial no desenvolvimento das mesmas.

Na fotossíntese realizada pelas algas, elas sintetizam moléculas orgânicas a partir do carbono que obtêm em geral do CO₂ dissolvido. Os seres heterotróficos como bactérias, entretanto, o obtêm da oxidação da matéria orgânica.

O nitrogênio e o fósforo, que fazem parte da composição celular, são obtidos pelas bactérias das próprias moléculas dos compostos orgânicos complexos, enquanto que para as algas, a principal fonte desses nutrientes são amônia e sais minerais provenientes da degradação da matéria orgânica bem como de detergentes (BRANCO, 1978).

Em geral, os nutrientes não constituem um fator limitante nas lagoas que tratam esgoto doméstico ou combinado doméstico/industrial, uma vez que, nesses casos, se apresentam em quantidade muito maior que a demanda (BRANCO, 1978).

Uma proporção de DBO₅:N:P de aproximadamente 100:5:1 é ideal (SILVA & MARA, 1979).

2.4.3.3. Efeitos tóxicos

O desempenho de um sistema de lagoas, depende primordialmente da atividade de algas e bactérias, e por essa razão, é importante o conhecimento dos agentes que inibem seus metabolismos. As algas, e em particular seu mecanismo fotossintético, são mais facilmente inibidas que as bactérias (MARA & PEARSON, 1987).

As substâncias com maior potencialidade tóxica são a amônia e sulfetos.

2.4.3.3.1. Toxidez da amônia

A amônia é tóxica em concentrações superiores a 28 mg/l. Para $\text{pH} > 8$, seu efeito tóxico aumenta muito, pois nessas condições ela se encontra em maior proporção na forma não ionizada (NH_3), na qual penetra facilmente nas células das algas (MARA & PEARSON, 1987).

Sob condições de baixa carga orgânica e altas concentrações de amônia, uma lagoa facultativa pode tornar-se completamente anaeróbia (MARA & PEARSON, 1987), mas pode recuperar-se, devido à reversibilidade da toxidez da amônia, em horas ou dias, se o afluente for interrompido, pois a inibição da atividade fotossintética reduz o pH e conseqüentemente a toxidez da amônia (MARA & PEARSON, 1986). Isso pode ser conseguido mais rapidamente se o pH for rebaixado artificialmente (MARA & PEARSON, 1987).

As bactérias heterotróficas (particularmente importantes no tratamento de águas residuárias) são em geral menos sensíveis à toxidez da amônia do que as algas (MARA & PEARSON, 1986).

Na fermentação metânica, por exemplo, as bactérias metanogênicas suportam concentrações de até 3000 mg/l, como mostra a figura 5, dependendo do pH. O quadro IV mostra concentrações ótimas, moderadas e inibitórias na atividade das lagoas anaeróbias, para alguns materiais (NOGUEIRA, 1986).

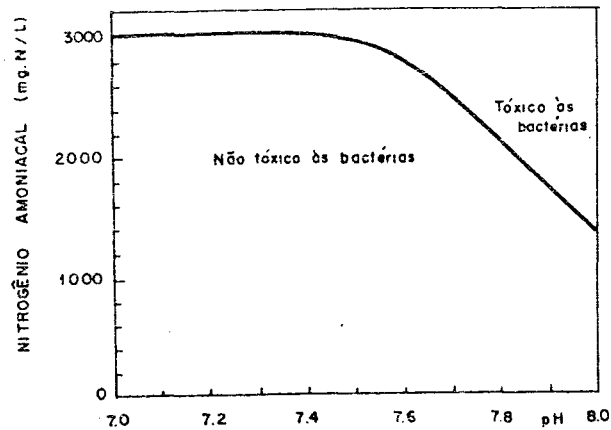


Fig. 5 - Toxicidade da amônia para as bactérias metanogênicas
 FONTE: NOGUEIRA, L.A.H., 1986.

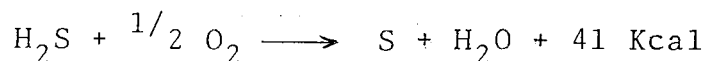
2.4.3.3.2. Toxicidade dos sulfetos

A presença de sulfetos na água de uma lagoa, mesmo que em pequenas concentrações, é extremamente tóxica às algas (BRANCO, 1978).

A forma não dissociada H_2S , é a que mais facilmente penetra na membrana celular, e por isso, essa é a forma mais tóxica para as algas.

A concentração de sulfeto na forma H_2S aumenta com o rebaixamento do pH, e com isso sua toxicidade às algas. Concentrações de 8,0 mg/l de H_2S inibe seriamente o mecanismo fotossintético, e com isso a produção de oxigênio, mas este efeito tóxico é reversível em curto intervalo de tempo (MARA & PEARSON, 1987).

Sulfobactérias púrpuras podem prevalecer sobre as algas na lagoa, se alta concentração de sulfetos perdurar. Estas bactérias (da família Chromatiaceae, ordem Rhodospirillales) anaeróbias ou microaerófilas oxidam o sulfeto de hidrogênio e precipitam o enxofre em sua própria estrutura celular (PELCZAR, REID & CHAN, 1980; BRANCO, 1978), de acordo com a reação



obtendo, assim, a energia para a síntese celular. Sua presença geralmente é acompanhada pela redução da emissão de odores característicos do sulfeto de hidrogênio (GLOYNA & ESPINO, 1969).

Concentrações de sulfetos de 50 a 150 mg/l inibem a atividade das bactérias metanogênicas em lagoas anaeróbias (MARA & PEARSON, 1987).

2.4.3.3.3. Outros tóxicos

Estudos têm mostrado que metais pesados não são geralmente um problema nas lagoas facultativas e de maturação, as quais suportam concentrações relativamente altas, sem decréscimo de sua eficiência. Esses estudos, realizados com iguais concentrações de Cd, Cu, Ni, Zn e CrVI, totalizando 30 mg/l não afetou a eficiência de lagoas facultativas, o que só ocorreu em concentração de 60 mg/l. Essa tolerância é atribuída à precipitação desses metais (na forma de hidróxidos) na camada de lodo, na faixa de pH reinante nessas lagoas (MARA & PEARSON, 1986; SILVA & MARA, 1979).

Como as algas são mais sensíveis à metais pesados que as bactérias, as águas residuárias que contêm altas concentrações dos mesmos, devem ser pré-tratadas em lagoas anaeróbias, cuja eficiência não depende da atividade das algas (MARA & PEARSON, 1986). (Ver quadro IV).

	CONCENT. ÓTIMA	INIBIÇÃO MODERADA	INIBIÇÃO FORTE	UNIDADE
Sódio	100-200	3500-5000	8000	mg/l
Potássio	200-400	2500-4500	12000	mg/l
Cálcio	100-200	2500-4500	8000	mg/l
Magnésio	75-150	1000-1500	3000	mg/l
Amônia	50-1000	1500	8000	mg/l
Sulfeto	0,1-10	100	200	mg/l
Cromo	-	2	3	% de sólidos totais
Cobalto	20	-	-	mg/l

Quadro IV - Concentrações ótimas, moderadas e inibitórias às bactérias meta nogênicas, para alguns materiais.
FONTE: Nogueira, 1986.

Alguns materiais orgânicos como detergentes sintéticos podem inibir a atividade das lagoas não apenas por seu efeito tóxico sobre o metabolismo dos microorganismos, mas também por alterar a tensão superficial da água prejudicando assim atividades como a locomoção e respiração dos mesmos, podendo levá-los a morte (BRANCO, 1978). Concentrações de 15 mg/l de detergentes tem ocasionado problemas à digestão anaeróbia (NOGUEIRA, 1986).

Exercem também efeito prejudicial os antibióticos, de sin fetantes e pesticidas. Por exemplo, o antibiótico Monensina, que as vezes é utilizado na alimentação de animais, inibe a meta nogênese em concentrações tão baixas quanto 1 µg/mol.

2.5. TIPOS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Existem três tipos de lagoas, as quais recebem denominações conforme o tipo de estabilização promovida.

2.5.1, Lagoas anaeróbias

2.5.1.1, Mecanismo da digestão anaeróbia

Lagoas anaeróbias são aquelas em que o processo de estabilização ocorre na ausência de oxigênio dissolvido. Esse processo de degradação ocorre em duas fases, chamadas "Digestão Ácida" e "Fermentação Metânica" (JORDÃO & PESSOA, 1982).

Na primeira fase, ocorre a transformação da matéria orgânica complexa (carboidratos, proteínas, lipídeos...) à formas mais simples. Essa transformação é promovida por enzimas produzidas por bactérias e liberadas no meio (exógenas), resultando daí, matéria solúvel, perfeitamente assimilável pelas bactérias. Em decorrência da metabolização pelas bactérias dessa matéria, depois de dissolvida e absorvida, há a formação de grande quantidade de ácidos (acético, propiônico, lático, fórmico, etc...) o que provoca o rebaixamento do pH do meio (MAGALHÃES, 1986; NOGUEIRA, 1986; BRANCO, 1978). As bactérias que atuam nessa fase são chamadas genericamente de "bactérias formadoras de ácidos".

Na segunda fase, os ácidos resultantes da fase anterior são metabolizados por bactérias estritamente anaeróbias, por ação enzimática endógena (no interior das próprias bactérias), resultando daí gases como metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e sulfídrico (H_2S) (BRANCO, 1978). As bactérias que atuam nessa fase, são genericamente chamadas de "bactérias metanogênicas".

A figura 6 mostra, esquematicamente, a digestão anaeróbia.

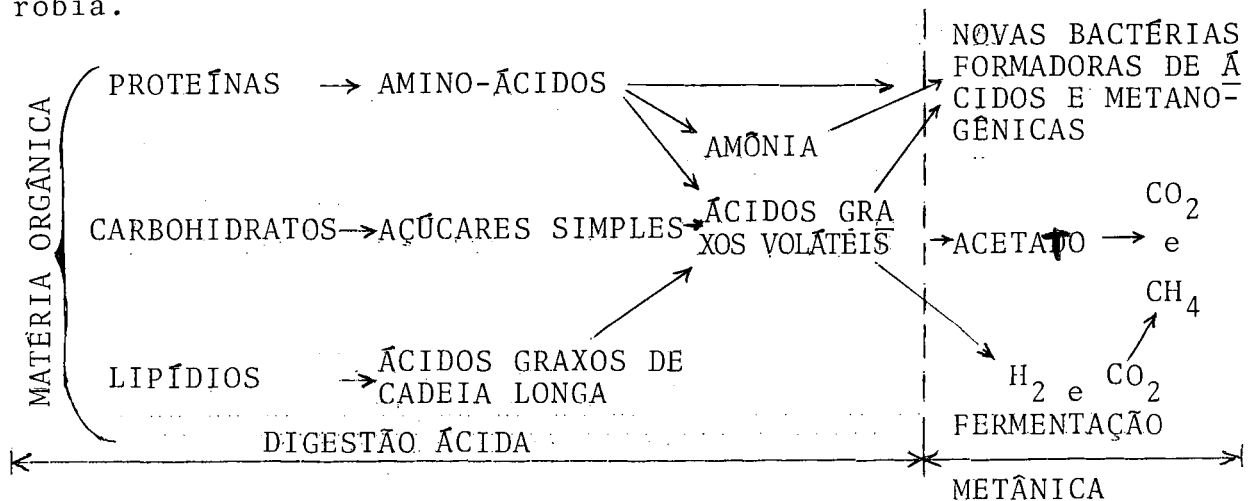
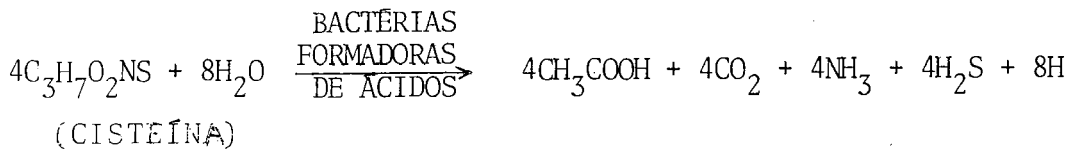


Fig. 6 - Sequência simplificada da digestão anaeróbia.
 FONTE: Adaptado de Nogueira, 1986.

Como na primeira fase ocorre a formação de grande quantidade de ácidos, o pH do meio cai para algo em torno de 5 (BRANCO, 1978). Embora as bactérias formadoras de ácidos sejam bastante resistentes às alterações nas condições de alimentação e externas como a acidez do meio, as bactérias formadoras de metano contrariamente, são bastante sensíveis à isso e têm sua atividade metabólica retardada na segunda fase, o que pode provocar o despreendimento de maus odores, no início do funcionamento do sistema (NOGUEIRA, 1986; BRANCO, 1978; LAGOAS, 1975). Isso pode ocorrer também em qualquer época, durante o funcionamento, mas pode ser evitado, mantendo um mínimo de alcalinidade de 1000 mg/l, expressa em CaCO_3 , e o pH mantido em um valor maior que 7,0 (SILVA & MARA, 1979).

As equações abaixo ilustram como o aminoácido cisteína (por exemplo) é decomposto, inicialmente em produtos intermediários (digestão ácida) e à seguir a metano (fermentação metânica) (SILVA & MARA, 1979).



2.5.1.2. Critérios de dimensionamento de lagoas anaeróbias

Lagoas anaeróbias são dimensionadas para receber esgotos com alto teor de carga orgânica e sólidos suspensos (MARA & PEARSON, 1986; SILVA & MARA, 1979). A seguir, são apresentados os critérios utilizados no seu dimensionamento.

2.5.1.2.1. Modelo de Vincent

Para o dimensionamento de lagoas anaeróbias, o único modelo de que se dispõe é o elaborado por Vincent e outros, que

propõem para climas tropicais e subtropicais o modelo descrito a baixo (KAWAI et alii, 1981; GLOYNA, 1971).

$$Le = \frac{Lo}{Kn \left(\frac{Le}{Lo}\right)^n \cdot td + 1}$$

onde:

- Lo, Le : concentrações de DBO no afluente e efluente, respectivamente;
- td : tempo de detenção para sistema de mistura completa;
- n : expoente a ser determinado pelo experimento;
- Kn : coeficiente de projeto.

A aplicabilidade deste modelo foi testada em lagoas a naeróbias no Estado de São Paulo (KAWAI et alii, 1981), onde foi verificado um coeficiente de variação muito alto (74%), mostrando assim, sua aplicabilidade insatisfatória.

Com os dados de DBO coletados no mesmo experimento, os autores tentaram estabelecer um modelo estatístico, correlacionando esses dados, e foi obtida a seguinte correlação (KAWAI et alii, 1981):

$$\lambda r_s = -14,4555 + 0,6867 \lambda a_s$$

onde:

- $\lambda a_s, \lambda r_s$: Taxa de aplicação superficial de carga orgânica (Kg DBO/ha.dia), aplicada e removida, respectivamente.

Esta correlação apresentou baixo coeficiente de variação (9%) e elevado coeficiente de correlação (0,9866), sendo aplicável à faixa de carga orgânica aplicada de 530 à 2300 Kg/ha.dia, temperaturas de 18 à 25°C e tempos de detenção de 4,3 à 10 dias (KAWAI et alii, 1981).

2.5.1.2.2. Método empírico

As lagoas anaeróbias são, em geral, dimensionadas em-

piricamente à partir da taxa de aplicação superficial ou volumétrica de carga orgânica. Como são utilizadas para tratamento de águas residuárias com alto teor de carga orgânica, as lagoas anaeróbias assimilam bem valores de carga compreendidos entre 100 e 400 g.DBO/m³.dia (MARA & PEARSON, 1987; ARTHUR, 1983; SILVA & MARA, 1979).

Águas residuárias com concentrações de DBO muito altas, como $1000 < \text{DBO}_5 < 30.000$ podem sofrer pré-tratamento em um sistema de lagoas anaeróbias em série, até que o efluente chegue à uma qualidade compatível com o uso de lagoas facultativas ($\text{DBO}_5 < 500 \text{ mg/l}$, mas preferivelmente menor que 400 mg/l) (MARA & PEARSON, 1986; SILVA E MARA, 1979).

O tempo de detenção hidráulico deve ser no mínimo igual ao requerido para a geração de bactérias metanogênicas, que é de 2 a 5 dias as de crescimento mais rápido, e de 20 a 30 dias as espécies de crescimento mais lento (JORDÃO & PESSÔA, 1982).

Embora, teoricamente, o tempo de detenção possa ser tão pequeno como 2 dias, é recomendado tempo de detenção igual a 5 dias como ótimo, pois tem sido verificado que com tempos menores que 5 dias, aumenta a possibilidade de desprendimento de odores, aumenta a frequência de remoção de lodo, diminui a remoção de DBO, etc. (SILVA & MARA, 1979).

Quanto à profundidade, são usuais valores na faixa de 2 a 4,5 m, sendo reportados valores de até 7,0 m. Deve ser observado que com o tempo, devido à sedimentação, ocorre o acúmulo de lodo no fundo, o que reduz a profundidade efetiva da lagoa.

De acordo com o exposto acima, a lagoa pode ser dimensionada com a utilização da equação

$$\lambda a_v = \frac{L_0 Q}{A \cdot D} \quad \text{ou} \quad \lambda a_v = \frac{L_0}{t_d}$$

onde:

- λ_{a_v} = taxas de aplicação volumétrica (g/m³.dia);
 Lo = DBO₅ afluyente (mg/l = g/m³);
 Q = vazão (m³/dia);
 D = profundidade (m);
 td = tempo de detenção (dia);
 A = área da lagoa a meia profundidade (m²).

Com λ_{a_v} e Lo determina-se o "td" que deverá ficar ao redor de 5 dias. Tempo de detenção menor do que 1 dia, indica que não deve ser incluída lagoa anaeróbia no sistema, devido a baixa concentração de DBO do esgoto (SILVA & MARA, 1979).

2.5.1.3. Remoção do lodo

Com o passar do tempo, o lodo acumulado no fundo da lagoa reduz a profundidade efetiva da mesma, e por isso deve ser removido por descarga de fundo.

Em uma lagoa anaeróbia, o lodo acumula-se à taxa de 0,03 a 0,04 m³/hab.ano, de forma que quando atingir a metade da profundidade da lagoa, deve ser removido. Isso ocorre aproximadamente a cada n anos, onde n é dado por (MARA, 1983):

$$n = \frac{1/2 [\text{Volume da lagoa m}^3]}{\left[\text{TAXA ACÚMULO } \frac{\text{LODO m}^3}{\text{hab.ano}} \right] \times [\text{POPULAÇÃO}]}$$

Como dado de projeto, pode ser utilizado o valor da taxa de acúmulo de lodo como 0,04 m³/hab.ano (ARTHUR, 1983; MARA, 1983).

2.5.2. Lagoas facultativas

São lagoas nas quais o tratamento das águas residuárias se dá através dos processos de digestão anaeróbia na zona de fundo e oxidação aeróbia nas camadas superiores.

Podem receber águas residuárias brutas (Lagoas Facultativas Primárias), decantadas ou pré-tratadas, usualmente em lagoas anaeróbias (Lagoas Facultativas Secundárias).

2.5.2.1. Mecanismo da estabilização nas Lagoas Facultativas

Nas camadas superiores, a matéria orgânica é decomposta aerobiamente pelas bactérias, liberando nutrientes como nitrogênio, fósforo e dióxido de carbono que são assimilados pelas algas, que realizando a fotossíntese, liberam oxigênio no meio. O oxigênio dissolvido é utilizado pelas bactérias para a decomposição da matéria orgânica, fechando assim o ciclo simbiótico entre esses microorganismos.

A reaeração atmosférica também contribui na concentração de oxigênio dissolvido, mas a atividade fotossintética das algas é responsável pela maior parte deste (SILVA & MARA, 1979; MARA, 1983).

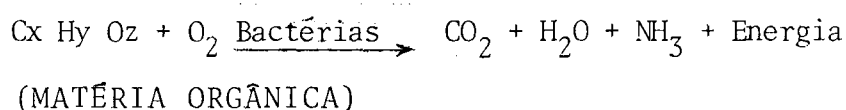
No fundo, os sólidos decantáveis se decompõem anaerobicamente, e nutrientes inorgânicos são liberados na solução podendo também serem assimilados pelos microorganismos na camada superior (HAMMER, 1979).

A figura 7 mostra esquematicamente os fenômenos que ocorrem em uma lagoa facultativa.

A atividade bacteriana (metabolismo) na zona aeróbia é dividida em duas partes, quais sejam:

a) Catabolismo (Decomposição)

É a decomposição da matéria orgânica para obtenção de energia para a síntese de novas bactérias, e pode ser representado pela equação. (SILVA & MARA, 1979):



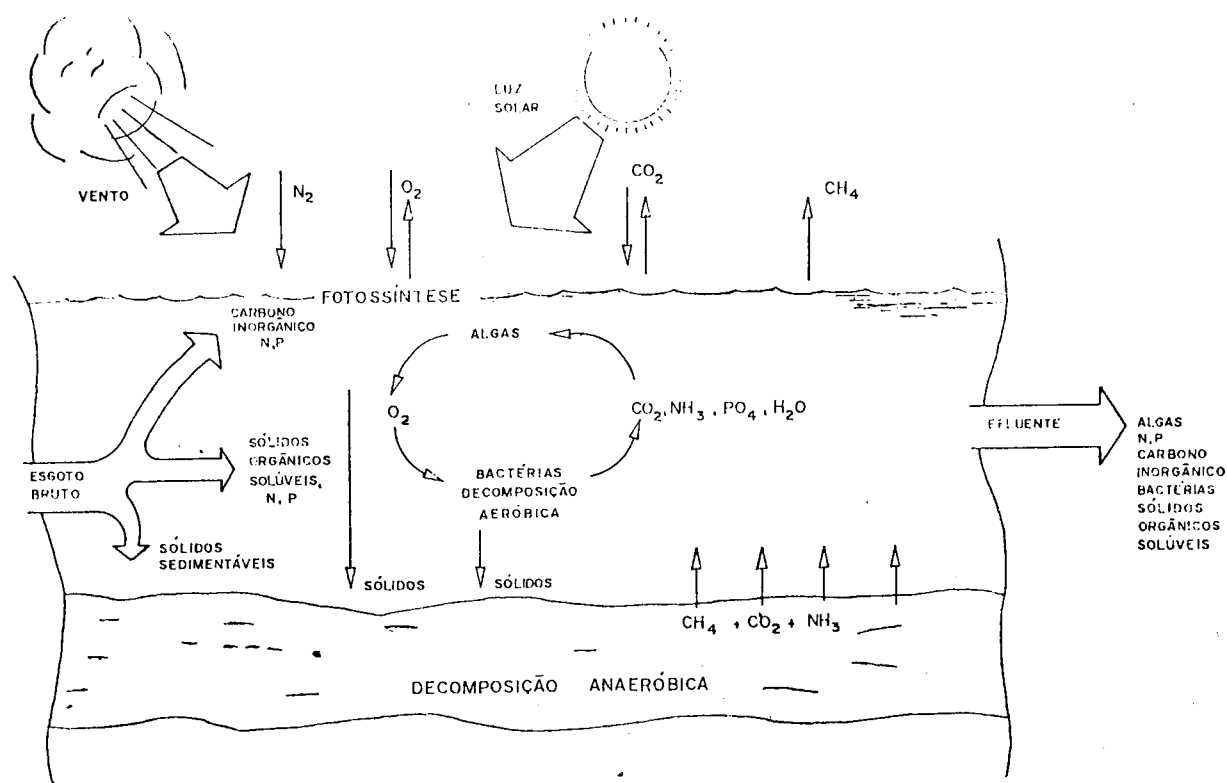
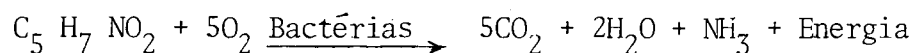


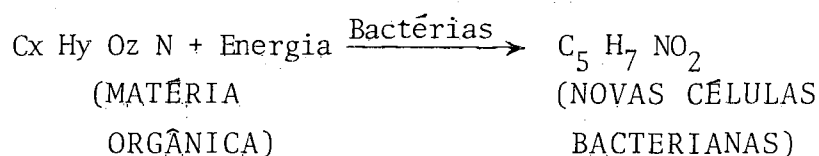
Fig. 7 - Princípios do funcionamento numa lagoa
 FONTE: JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A., 1982.

Um tipo de catabolismo é a autólise, em que bactérias decompõem bactérias para a obtenção de energia, e que pode ser representada pela equação (SILVA & MARA, 1979):

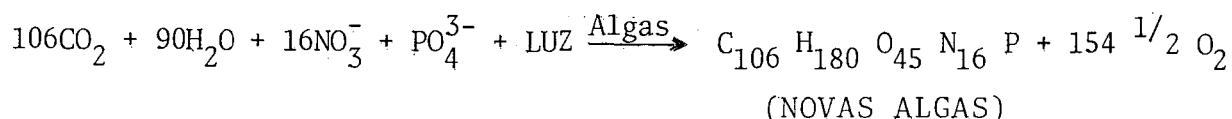


b) Anabolismo (Recomposição)

É a síntese de novas células bacterianas a partir de elementos constituintes da matéria orgânica, e pode ser representada pela equação (SILVA & MARA, 1979):



Por sua vez, as algas (organismos autotróficos) produzem matéria orgânica a partir de compostos inorgânicos. A reconstrução (anabolismo) de células de algas a partir destes compostos inorgânicos (produto da atividade bacteriana) e energia radiante pode ser representada pela equação (GLOYNA, 1971):



A profundidade da lagoa pode influenciar no desempenho da mesma, uma vez que lagoas com pequenas profundidades são mais sujeitas a estratificação térmica (DA-RIN, 1980), além de não impedir o crescimento de vegetais (SILVA & MARA, 1979; MARA, 1983). Por outro lado, profundidades excessivamente grandes, fazem a lagoa funcionar predominantemente como anaeróbia, o que pode provocar emissão de maus odores. São comumente utilizadas profundidades de 1,0 a 3,0 metros, entretanto, autores diferentes, preconizam faixas diferentes de profundidade como 1,75 a 2,25 m (LUDWIG, 1972), 1,0 a 1,5 m e até 2,0 m em climas áridos para minimizar as altas taxas de evaporação (MARA, 1983; SILVA E MARA, 1979), 1,0 a 1,8 m (ARTHUR, 1983).

Gloyna sugere profundidades de 1,0 a 3,0 m em função do tipo de água residuária e das condições locais (JORDÃO & PESSOA, 1982; DA-RIN, 1980), como mostra o quadro (V).

Profundidades recomendadas (m)	Tipo esgoto a tratar	Condições locais
1,0	Esgoto pré-decantado.	Temperatura uniforme e quente.
1,0 — 1,5	Esgoto não pré-tratado.	Temp. uniforme e quente.
1,5 — 2,0	Esgoto contendo sólidos sedimentáveis.	Flutuações na temperatura, moderadas e sazonais.
2,0 — 3,0	Grande quantidade de areia ou sólidos sedimentáveis.	Sensíveis variações sazonais de temperatura.

Quadro V - Profundidades recomendadas para lagoas facultativas. FONTE: JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A., 1982.

O tempo de detenção ótimo situa-se na faixa de 3,5 dias (para condições ideais de escoamento). Como o regime hidráulico, na realidade, é intermediário, 7 dias é aplicável às lagoas de formato retangular com relação comprimento/largura entre 2:1 e 3:1 (LUDWIG, 1972).

Quando for desejada a remoção de nitrogênio amoniacal, tempos de detenção maiores são requeridos. Experimentos com esse objetivo foram feitos com tempos de detenção variando de 17 a 110 dias (PANO & MIDDLEBROOKS, 1982).

2.5.2.2. Critérios de dimensionamento de Lagoas Facultativas

As lagoas facultativas são dimensionadas com base em métodos racionais ou empíricos, descritos a seguir.

a) Métodos Racionais

a.1) Métodos de Gloyna e Hermann

Este método é baseado em estudos realizados nos Estados Unidos, que levaram à conclusão de que a temperatura ótima de operação de uma lagoa é 35°C. O tempo de detenção necessário à 35°C, t_{35} , permite o cálculo do tempo de detenção em qualquer outra temperatura, t_T (para uma DBO_5 típica de 200 mg/l e 80 a 90% de remoção) com a utilização da equação:

$$t_T = t_{35} \cdot \theta^{35-T}, \text{ sendo } \theta = \text{coeficiente de temperatura.}$$

O quadro (VI) mostra alguns valores de t_{35} e θ (SILVA & MARA, 1979).

t_{35} (d)	θ	AUTOR(ES)
3,5	1,072	HERMAN & GLOYNA (1958)
7,5	-	MARAIS (1966)
7,0	-	HUANG & GLOYNA (1968); GLOYNA (1971)
-	1,085	MARAIS (1966); GLOYNA (1971)

Quadro VI - Valores de t_{35} e θ

FONTE: SILVA, S.A. & MARA, D.D., 1979.

A área da lagoa pode ser determinada com a utilização da expressão:

$$A = \frac{Q t_T}{D}$$

onde

t_T = tempo de detenção na temperatura $T(d)$;

Q = vazão afluyente (m^3/dia);

D = profundidade (m).

Se a DBO afluyente for diferente de 200 mg/l, um fator de $Lo/200$ deve ser introduzido na expressão ($Lo/200 < 1,5$), resultando (SILVA & MARA, 1979):

$$A = \frac{Q \cdot t_T}{D} \cdot \left(\frac{Lo}{200} \right)$$

ou

$$A = t_{35} \cdot \theta^{35-T} \cdot \frac{Q \cdot Lo}{200 \cdot D}$$

a.2) Método de Marais e Shaw

Este método supõe que a lagoa funcione como reator de mistura completa onde a degradação da matéria orgânica obedece uma reação de primeira ordem. Seu modelo básico é expresso por

$$L = \frac{Lo}{K \cdot t_d + 1}$$

onde

Lo, L = DBO₅ afluyente e efluyente, respectivamente;

K = C_{te} de primeira ordem dependente da temperatura (dia^{-1})

t_d = tempo de detenção (dias)

O valor de K varia com a temperatura de acordo com a equação de Arrhenius, e experimentos levaram ao valor $K = 1,2$

para temperatura de 35°C e coeficiente de temperatura $\theta = 1,085$ (KAWAI et alii, 1982; GLOYNA, 1971). Assim,

$$K = 1,2 (1,085)^{35-T}$$

A expressão desse modelo pode ser rearranjada para fornecer o tempo de detenção em função da eficiência desejada, resultando (KAWAI et alii, 1982):

$$t_d = \frac{E}{1,2 \cdot 1,085^{(T-35)} (100-E)}$$

ou, introduzindo o termo da taxa de aplicação de carga orgânica superficial " λa_s " (em KgDBO₅/ha.dia), que pode ser aplicada para determinada eficiência, vem (KAWAI et alii, 1982):

$$\lambda a_s = 12 L_o \frac{100-E}{E} \cdot d \cdot 1,085^{(T-35)}$$

onde

- d = profundidade da lagoa (m).
- E = Eficiência desejada (%).

A aplicabilidade deste modelo foi testada em sete lagoas em operação e duas experimentais, onde as maiores discrepâncias observadas entre as eficiências calculadas e determinadas ocorreram em lagoas secundárias, embora satisfatoriamente aceitáveis para o projeto de um sistema de tratamento por lagoas de estabilização, face a complexidade do processo biológico envolvido.

b) Métodos Empíricos

b.1) Modelo de Mc. Garry e Pescod

A análise dos dados operacionais obtidos de um grande número de lagoas primárias de muitas partes do mundo, conduziu à seguinte expressão:

$$\lambda a_s = 11,2 (1,054)^T$$

onde λa_s é a máxima carga superficial de DBO_5 ($\text{KgDBO}_5/\text{ha.dia}$) que pode ser aplicada a uma lagoa facultativa, acima da qual, a lagoa se torna completamente anaeróbia e T a temperatura média do mês mais frio em $^{\circ}\text{F}$ (MARA, 1983; SILVA & MARA, 1979).

Entretanto, para fins de projeto, um fator de segurança deve ser introduzido, e a expressão torna-se, por exemplo (MARA, 1983; SILVA E MARA, 1979):

$$\lambda a_s = 7,5 (1,054)^T \quad (T \text{ em } ^{\circ}\text{F})$$

Uma correlação dos dados, permite que seja previsto o grau de remoção de carga superficial ($\text{KgDBO}_5/\text{ha.d}$), com alto coeficiente de correlação. Essa correlação, válida na faixa de 34 a 560 $\text{kgDBO}/\text{ha.dia}$, é dada por:

$$\lambda r_s = 0,725 \lambda a_s + 10,35$$

onde

$$\lambda r_s = \text{carga superficial removida } (\text{KgDBO}_5/\text{ha.dia})$$

b.2) Modelo de Kawai

De um estudo, já citado, realizado em São Paulo, resultou para a faixa de 90 a 210 $\text{KgDBO}_5/\text{ha.dia}$ a correlação (KAWAI et alii, 1982):

$$\lambda r_s = 0,7702 \lambda a_s - 5,4188 \quad (R = 0,9861)$$

$\lambda r_s, \lambda a_s = \text{carga } \text{DBO}_5/\text{ha.dia}$

De cinco modelos utilizados em um estudo na cidade de Cuiabá, o que mais se aproximou ao valor real da carga removida pela lagoa facultativa, foi este de Kawai (SHIMADA, BIDONE & ALMEIDA, 1987).

b.3) Modelo de SILVA E MARA

Experimentos realizados em Campina Grande na Paraíba, conduziram a um modelo que relaciona a carga aplicada com a tempe

ratura, da seguinte forma:

$$\lambda a_s = 20T - 120 \quad (T \text{ em } ^\circ\text{C})$$

A área à meia profundidade, pode ser determinada a partir do valor λa_s pela expressão:

$$A = \frac{L_o \cdot Q}{2T - 12}$$

L_o (mg/l)
 Q (m³/dia)
 T (°C)
 A (m²)

A correlação da carga aplicada com a carga removida, levou à expressão (SILVA, 1988):

$$\lambda r_s = 0,79 \lambda a_s + 2$$

λr_s , λa_s expressos em kgDBO₅/ha.dia.

b.4) Modelo de BERNARDINO

Estudos realizados na Região Centro-Oeste do Brasil com uma lagoa facultativa primária tratando esgoto doméstico, conduziram ao seguinte modelo (BERNARDINO, 1988):

$$\lambda r_s = 0,827 \lambda a_s - 6,522 \quad (R = 0,97)$$

λa_s , λr_s : carga superficial aplicada e removida, respectivamente.

A figura 8 ilustra esta correlação entre carga superficial aplicada e removida.

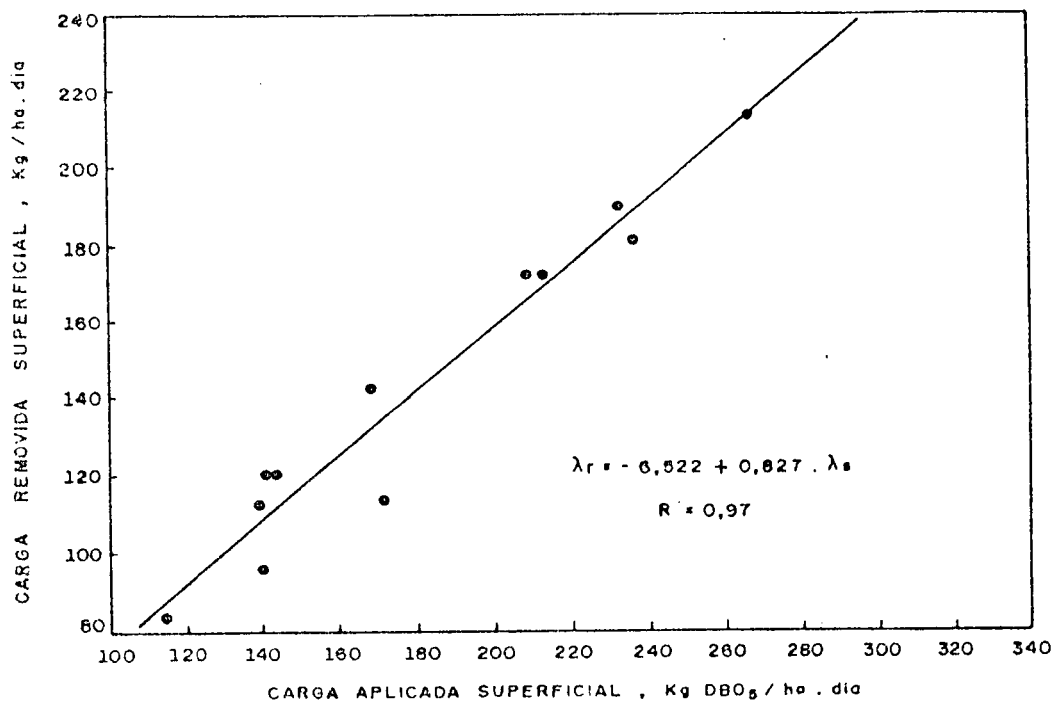


Fig. 8 - Correlação entre carga aplicada e carga removida de DBO para a Região Centro-Oeste do Brasil. FONTE: BERNARDINO, 1988.

b.5) Modelo de OESTREICH.

De estudos conduzidos pelo IPH/UFRGS e realizados em lagoas de estabilização localizadas em diferentes municípios do Estado e tratando esgotos domésticos e/ou industriais, conduziram ao seguinte modelo para lagoas facultativas (OESTREICH, 1989)

$$\lambda_{r_s} = 0,828 \lambda_{a_s} - 36,817 \quad (R = 0,968)$$

$\lambda_{a_s}, \lambda_{r_s}$: carga superficial aplicada e removida, respectivamente.

A figura 9 ilustra a correlação obtida nesse estudo.

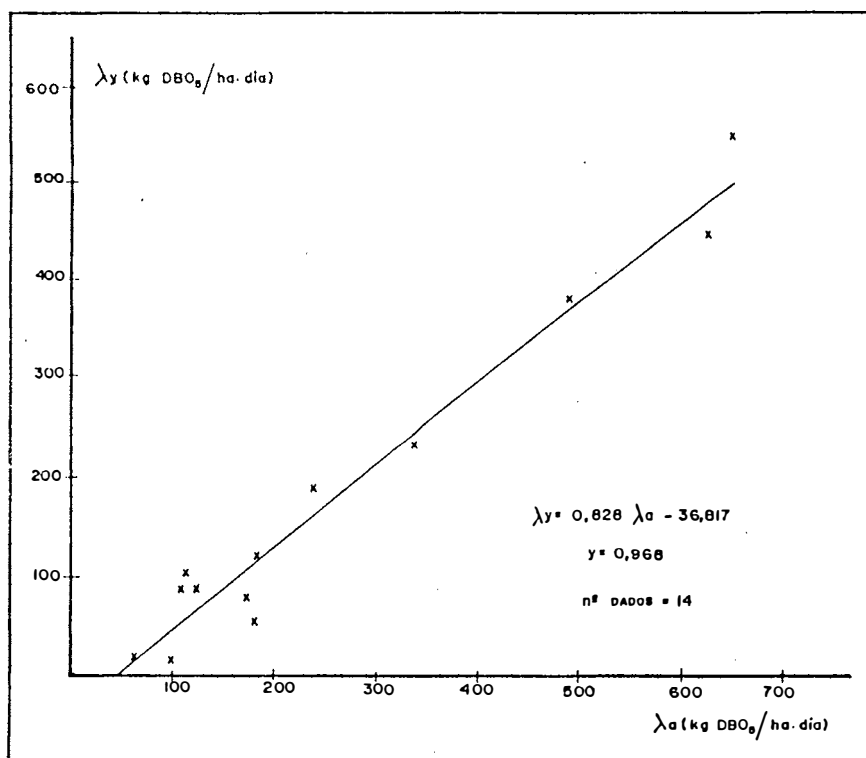


Fig. 9 - Correlação entre carga aplicada e carga removida de DBO para Lagoas Facultativas no Rio Grande do Sul. FONTE: OESTREICH, 1989.

2.5.3. Lagoas de Maturação

Lagoas de maturação ou de polimento, são lagoas onde predominam as condições aeróbias e cuja principal função está relacionada com a remoção de patogênicos e organismos indicadores (99,99%).

A remoção de DBO neste tipo de lagoa é muito baixa, tendo em vista que para uma redução de aproximadamente 70 mg/l para 25 mg/l de DBO₅, é necessário duas lagoas em série com um tempo de detenção de 7 dias cada uma (MARA & PEARSON, 1986; SILVA & MARA, 1979).

Este tipo de lagoa é desejável, sempre que for necessária uma alta qualidade bacteriológica do efluente, seja em locais onde o risco de veiculação hídrica de patogênicos é alto, seja onde o efluente deva ser reutilizado na agricultura ou aquicultura (MARA & PEARSON, 1986).

2.5.3.1. Dimensionamento de lagoas de maturação.

Do exposto acima, fica claro que o dimensionamento de lagoas de maturação com base na remoção de DBO não é apropriado, sendo muito mais conveniente parâmetros baseados na remoção de patogênicos, e sua eficiência é avaliada pela remoção de Coliformes fecais (MARA, 1986; SILVA & MARA, 1979).

A redução bacteriana em uma lagoa de estabilização (seja anaeróbia, facultativa ou de maturação) obedece a uma cinética de primeira ordem, dada por

$$N = \frac{N_0}{Kt_d + 1}$$

onde

N_0, N = número de coliformes/100 ml, no afluente e efluente, respectivamente;

K = constante da taxa de remoção de coliformes (dia^{-1});

t_d = tempo de detenção (dia).

Para um sistema constituído de n lagoas (incluindo anaeróbias, facultativas e de maturação) a expressão acima se torna (MARAIS, 1974; JORDÃO & PESSÔA, 1982):

$$N = \frac{N_0}{(1+K t_1) (1+K t_2) (1+K t_3) \dots (1+K t_n)}$$

onde

t_n = tempo de detenção da n ésima lagoa.

A constante da taxa de remoção é dada por (MARAIS, 1974); JORDÃO & PESSÔA, 1982; SILVA & MARA, 1979):

$$K_T = 2,6 \times (1,19)^{T-20} \quad (T \text{ em } ^\circ\text{C})$$

Essas lagoas (de maturação) são construídas com profun-

didade de 1 a 1,5 m, mais eficiente na remoção de vírus (ARTHUR, 1983; SILVA & MARA, 1979), embora sejam capazes de se manter aeróbias com profundidade de até 3 m (SILVA & MARA, 1979).

Tempos de detenção de 5 a 7 dias são usuais, sendo 3 dias o mínimo recomendado para cada lagoa (MARA, 1983; JORDÃO & PESSOA, 1982; SILVA E MARA, 1979).

A figura 10 mostra um ábaco, construído para arranjos de até 4 lagoas de maturação em série com diferentes tempos de detenção individuais e totais, que permite determinar a remoção de coliformes fecais para uma taxa de decaimento $K = 2 \text{ d}^{-1}$ ($18,5 \text{ } ^\circ\text{C}$).

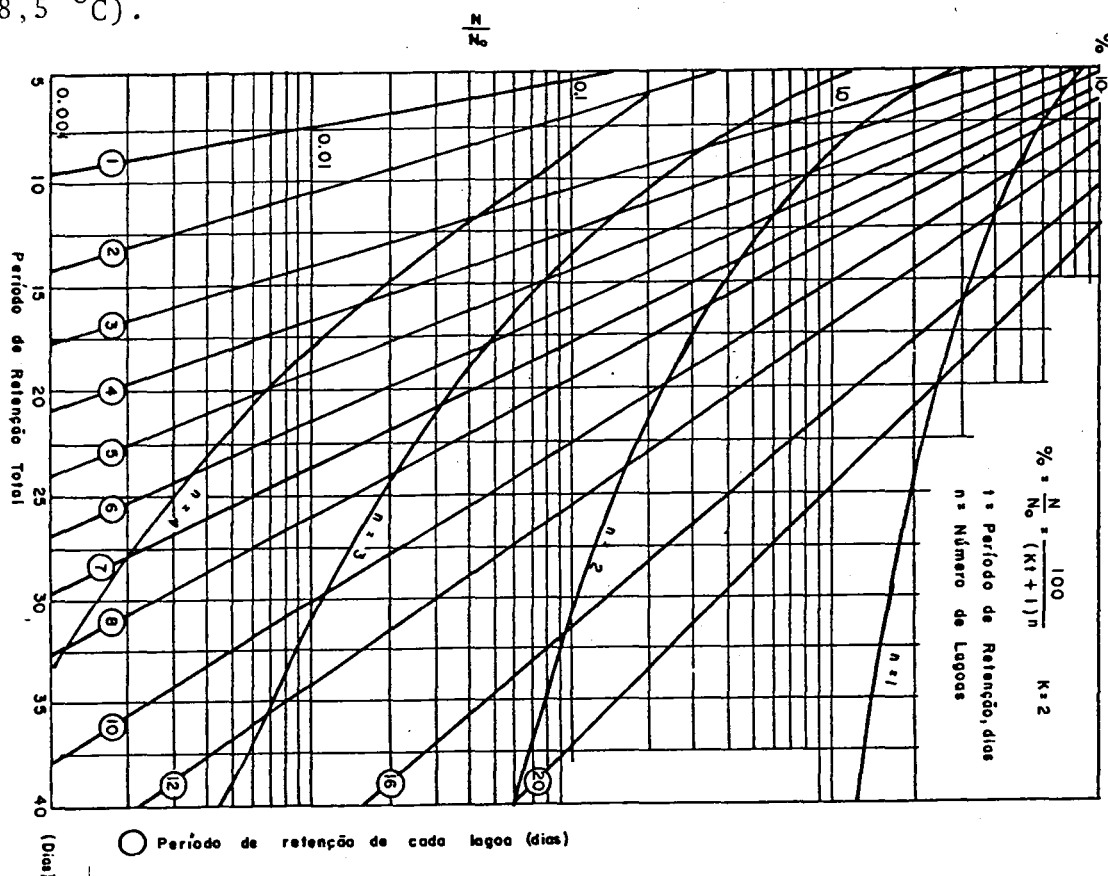


Fig. 10 - Eficiência na remoção de coliformes fecais em lagoas de maturação
 FONTE: JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A., 1982.

2.6. CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

O bom funcionamento de qualquer sistema de tratamento

de águas residuárias depende não apenas de uma boa concepção de projeto, mas também da adequada construção, operação e manutenção do sistema. Negligências na construção e manutenção podem levar a uma inoperabilidade do sistema.

Na fase de projeto, alguns detalhes devem ser criteriosamente estudados como localização, topografia do terreno, permeabilidade do solo, geometria da lagoa, dispositivos de entrada e saída, dispositivos para medição de vazão, dispositivos de distribuição proporcional de vazão, quando se utilizam unidades paralelas, preparo do fundo, proteção dos taludes e outros.

A seguir, serão discutidos alguns destes detalhes.

2.6.1. Geometria da lagoa

Teoricamente, uma lagoa pode ser construída com qualquer forma geométrica como de seção quadrada, circular ou irregular, entretanto, a seção retangular é a que apresenta maior eficiência hidráulica com as relações comprimento/largura de 2:1 ou 3:1 (SILVA & MARA, 1979).

2.6.2. Diques

São estruturas circundantes à lagoa, geralmente de terra, que têm por objetivo manter a capacidade de armazenamento (volume) de água residuária da lagoa.

Estas estruturas possuem um talude interno e outro externo, cujas declividades dependem do tipo de solo.

Solos com característica argilosa devem ter declividade de talude interno (mínima) de 1:2 e externo 1:2,5; enquanto solos arenosos 1:3 a 1:6 e 1:5 a 1:8, respectivamente (JORDÃO & PESSÕA, 1982; HEUVELEN et alii, 1960), para atender a problemas de estabilidade.

Um problema relacionado com os taludes de baixa declividade ($<1:3$) e que proporcionam, por isso extensas áreas com pequena profundidade de líquido, é que favorecem o desenvolvimento de vegetação e, conseqüentemente, o desenvolvimento de moscas e mosquitos. Por outro lado, taludes com declividade alta ($1:1,5$ ou $1:1$) são mais suscetíveis à erosão provocada por ação das ondas.

Em qualquer caso, os taludes podem ser adequadamente protegidos por placas de concreto, painéis de asfalto pré-fabricados, plástico ou outros materiais, o que sem dúvida encarece os custos de instalação (VICTORETTI, 1973).

2.6.3. Estruturas de entrada e saída

As estruturas de entrada e saída, devem garantir uma homogeneização do conteúdo da lagoa, e por isso devem ser dispostos de modo a evitar curto-circuitos e zonas mortas, o que reduz o tempo de detenção e a eficiência da lagoa.

A tubulação de entrada pode ser aérea ou submersa, sendo que esta última dificulta a formação de espuma.

A tubulação de entrada pode proporcionar um jato horizontal, para baixo ou para cima. Os jatos para baixo ou para cima são conseguidos pela utilização de uma curva de 90° . Quando se optar por jato horizontal ou para baixo, uma placa de concreto deve ser utilizada sob o mesmo para evitar problemas de erosão do fundo.

O dispositivo de saída, deverá localizar-se no sentido dos ventos predominantes para dar vazão a materiais flutuantes. Esta estrutura de saída poderá ser dotada de um dispositivo de regulagem de nível e medição de vazão como stop-logs e vertedores.

2.6.4. Dispositivo de medição

A montante da primeira lagoa do sistema é aconselhável a instalação de um dispositivo para medir a vazão afluente ao sistema, como uma calha Parshall ou um vertedor. O monitoramento de vazões afluentes e efluentes nos permite conhecer a carga real aplicada à cada lagoa e características de infiltração e evaporação.

2.6.5. Operação e manutenção

A operação de um sistema de lagoas de estabilização é bastante simples, dispensando aparatos mecanizados e até mesmo a presença constante de um operador, pois o sistema é auto-operado.

Quanto à manutenção, consiste em manter as características de projeto, conservando as estruturas componentes do sistema, remoção periódica da vegetação das margens, etc.

Uma vez que a atividade biológica é estabelecida, análises eventuais poderão ser feitas, em caso de desequilíbrio, o que pode ser observado pela emissão de maus odores, proliferação de insetos, crescimento de vegetais, formação excessiva de escumas ou mudanças bruscas na cor do líquido.

Isso pode ocorrer pela não observância das exigências mínimas de operação e manutenção.

2.7. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE CURTUMES

Lagoas de estabilização vêm sendo empregadas no tratamento de efluentes de curtumes, sendo a disponibilidade de área, talvez o único fator limitante à utilização das mesmas.

Quando bem dimensionadas, e na ausência de cargas tó-

xicas, que podem ser reduzidas em tratamento preliminar, a energia radiante é a única forma de energia de que necessitam para desenvolver o processo de estabilização. Isto, aliado ao fato de exigirem um mínimo de manutenção, faz com que a escolha de lagoas de estabilização para o tratamento destes efluentes, seja acertada.

No quadro VII são apresentadas as características do efluente de algumas indústrias do ramo.

Indústria	1*	2**	3***	4***
Parâmetro				
DCO (mg/l)	2031	2696	-	1700
DBO (mg/l)	995	704	3120	830
SOL. TOTAIS (mg/l)	9628	3183	18420	-
SOL. SUSP. (mg/l)	512	2793	1482	240
SOL. DISSOL. (mg/l)	9116	390	16938	-
NITROG. TOTAL (mg/l)	206	-	-	250
NITROG. AMONÍACAL (mg/l)	110	-	-	130
NITROG. ORGÂNICO (mg/l)	96	-	-	120
POSFATO TOTAL (mg/l)	9	-	-	-
CLORETOS (mg/l)	-	-	7096	1940

* Efluente sedimentado (FONTE: OESTREICH, 1989)

** Efluente não sedimentado (FONTE: RUARO, 1984)

*** Efluente sedimentado (FONTE: BOHNENBERGER, 1980).

QUADRO VII - Caracterização do efluente de quatro indústrias de peles e couros.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida na estação de tratamento de efluentes líquidos de uma indústria de peles e couros no município de Pelotas/RS. O trabalho consistiu no monitoramento do sistema de tratamento biológico durante o período de janeiro a julho de 1990, avaliando-se parâmetros físico-químicos e biológicos.

O sistema monitorado é composto de quatro lagoas de estabilização em série, sendo a primeira anaeróbia e as demais facultativas.

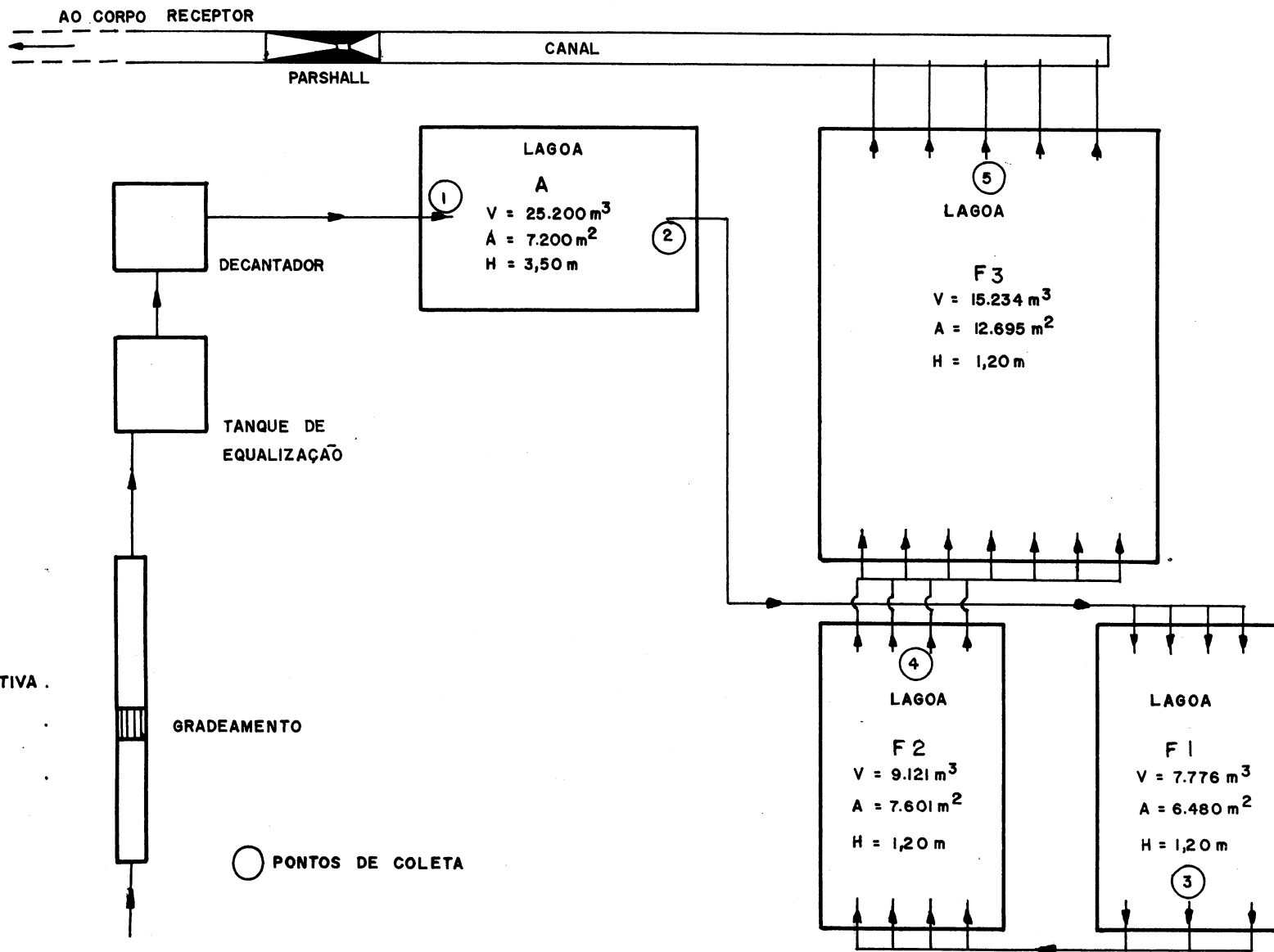
O efluente proveniente das diversas unidades de processamento, sofre um tratamento preliminar através de gradeamento, equalização e sedimentação, antes de ser conduzido à unidade biológica de tratamento.

O monitoramento consistiu em avaliar as eficiências das quatro lagoas em série, em termos de remoção de DBO, DQO, Sólidos, Nitrato, Fosfato, Sulfatos, Sulfetos, Cloretos, Alcalinidade Total, Cromo Total e Coliformes. Determinações de pH, Oxigênio Dissolvido, Temperaturas do ar e da água e Condutividade, foram realizadas "in loco" no momento da coleta.

3.1. DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

Esta estação de tratamento é composta de uma unidade preliminar e um conjunto de lagoas em série, esquematizados na figura 11.

A unidade preliminar é constituída de grade, tanque de equalização e decantador.



- A - LAGOA ANAERÓBIA .
- F₁ - PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA .
- F₂ - SEGUNDA " "
- F₃ - TERCEIRA " "

FIG. II - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA E.T.E. (sem escala)

O dispositivo de retenção de material grosseiro é formado por barras de ferro de seção circular (1/4"), dispostas em paralelo, espaçadas de 2 cm e inclinadas de 45° com a horizontal, sendo sua limpeza realizada manualmente. Convém salientar que encontra-se em fase de implantação um sistema de peneiras estáticas para remoção de sólidos finos. Esses sólidos finos, compostos de pelos, lã e material gorduroso, facilmente promovem o entupimento da peneira, razão pela qual, necessita da atenção contínua de um operador, que manualmente e por intermédio de jatos de água ou escova, efetua tal desobstrução.

À jusante do sistema grade e peneira, existe um tanque de equalização com tempo de detenção médio de 19 horas, onde a agitação é efetuada por quatro misturadores submersos. Deste tanque, o resíduo líquido é conduzido à unidade de sedimentação, constituída de duas câmaras de decantação que funcionam em paralelo. O lodo acumulado nesta unidade é conduzido aos leitos para secagem e o resíduo líquido à unidade de tratamento biológico. Esta unidade é constituída de uma lagoa anaeróbia com área de 7200 m² e profundidade útil de 3,50 m, primeira, segunda e terceira lagoas facultativas com áreas de 6480, 7601 e 12695 m², respectivamente, todas operando com uma profundidade útil de 1,20 m. Estas lagoas, ao longo do trabalho, serão designadas da seguinte forma:

- A - Lagoa anaeróbia;
- F₁ - Primeira lagoa facultativa;
- F₂ - Segunda lagoa facultativa; e
- F₃ - Terceira lagoa facultativa.

O sistema de lagoas foi construído com diques de terra, recebendo externamente uma cobertura de grama para evitar problemas de erosão, enquanto internamente, os taludes e fundo receberam uma camada de argila para evitar infiltrações.

Em todas as lagoas, as estruturas de entrada são constituídas de tubulações submersas de diâmetro 200 mm, em número de uma na lagoa anaeróbia, quatro nas lagoas F₁ e F₂ e se-

te na lagoa F₃.

A saída, em todas as lagoas é feita por vertedores retangulares em número de um na lagoa anaeróbia, três, quatro e cinco nas lagoas F₁, F₂ e F₃, respectivamente.

O efluente final é conduzido a um canal, provido de uma calha Parshall de 0,229 m (9") de garganta, onde é feita a medição de vazão.

3.2. COLETA DE AMOSTRAS

A coleta das amostras foi feita em seis campanhas, de janeiro a julho de 1990.

Em cada campanha, foram coletadas amostras simples de 8 em 8 horas durante 24 horas.

Para evitar a tendenciosidade na amostragem e para verificar eventuais variações horárias na vazão e na qualidade dos efluentes, as campanhas tiveram inícios em horários diferentes, como mostra o quadro VIII.

CAMPANHA	HORÁRIOS DE COLETA				DATA
1 ^a Campanha	14:00	22:00	06:00	14:00	29 e 30/jan.
2 ^a Campanha	10:00	18:00	02:00	10:00	15 e 16/fev.
3 ^a Campanha	12:00	20:00	04:00	12:00	14 e 15/mar.
4 ^a Campanha	16:00	24:00	08:00	16:00	18 e 19/abr.
5 ^a Campanha	10:00	18:00	02:00	10:00	23 e 24/mai.
6 ^a Campanha	10:00	18:00	02:00	10:00	19 e 20/jun.

QUADRO VIII - Horários de coleta de amostras em cada campanha.

As coletas foram feitas em cinco pontos, ou seja, afluente e efluente da lagoa anaeróbia e efluentes das três la-

goas facultativas, de modo que em cada campanha foram coletadas quatro amostras para cada ponto, perfazendo um total de vinte a mostras.

As amostras foram mantidas refrigeradas até serem conduzidas ao laboratório.

As amostras utilizadas para análises microbiológicas foram coletadas no afluente e efluente do sistema, exceto em um dos horários de coleta, quando foi processada em todos os pontos.

Estes procedimentos foram mantidos em todas as campanhas.

3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, exceto as análises de Sulfetos, Alcalinidade e Cloretos, além das análises de Sólidos das duas primeiras campanhas, que foram realizadas no laboratório de análises químicas da própria empresa.

As análises realizadas no Laboratório de Saneamento do IPH/UFRGS, seguiram as metodologias descritas no Standard Methods 17^a ed., exceto:

- a) demanda química de oxigênio - determinada pelo método colorimétrico após digestão pelo dicromato de potássio, em digestor Hack;
- b) nitratos - determinados pelo método do ácido fenoldissulfônico, conforme descrito em "Análises".

As medições de temperatura da água e do ar foram feitas através de termômetros com escala de -10 a 110°C.

As medidas de Oxigênio Dissolvido e Condutividade foram feitas respectivamente com oxímetro YSI modelo 57 e Condutivímetro YSI modelo 33.

3.4. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas, consistiram na determinação de Coliformes Totais e Fecais, seguindo a técnica dos tubos múltiplos descrita no Standard Methods 17^a edição.

Foi realizada uma coleta especial para exame de plâncton, para identificar os possíveis gêneros de algas presentes nas lagoas F₁, F₂ e F₃. Estas coletas foram feitas na superfície, com amostrador de 10 litros, e deste foi transferida uma alíquota de um litro para frasco de vidro âmbar. Estas amostras foram conduzidas ao laboratório, onde após homogeneização, foram separadas em três partes:

- a) uma pequena parte separada para exame microscópico do material "in natura";
- b) um volume de 800 ml foi colocado em Becker tipo Berzelius de 1000 ml, onde foi adicionado 4% de formol e 0,4% de Extran (detergente neutro da Merck);
- c) um volume de 100 ml foi colocado em Becker tipo Berzelius de 100 ml, onde foram adicionadas 4 gotas de Lugol-Acetato. Após sedimentar durante 24 horas em local escuro, o sobrenadante foi sifonado sem agitação e foi descartado. Após homogeneização do volume restante, foi colocado 25 ml em tubos de vidro para centrifugação durante 10 minutos a 2500 rpm.

Efetuada estas operações, foi colocada uma gota entre lâmina e lamínula para exame qualitativo em microscópio KARL

ZEISS/JENA-JENAVAl, resultando por lagoa:

- a) 2 lâminas da amostra "in natura";
- b) 4 lâminas da amostra com formol;
- c) 4 lâminas da amostra com Lugol-Acetato.

3.5. ÍNDICE DE QUALIDADE DE EFLUENTES (I.Q.E.)

O índice de Horton, adaptado por Oestreich (1989) foi aqui empregado para permitir uma quantificação da qualidade global do efluente produzido. Este índice, que relaciona a qualidade do efluente produzido com os padrões de emissão, é dado por

$$IQE = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_i}{n \sum_{i=1}^n W_i} \cdot M_1 \cdot M_2$$

onde

I_i = indicador binário ($I_i=1$ quando o parâmetro atende o padrão de emissão; $I_i=0$ em caso contrário);

W_i = peso de cada indicador ($1 \leq W_i \leq 4$);

M_1 = coeficiente que reflete a temperatura do efluente ($M_1=1$ se $T \leq 40^\circ\text{C}$; $M_1=0,5$ se $T \geq 40^\circ\text{C}$);

M_2 = coeficiente que reflete poluição aparente, isto é, Sólidos Sedimentáveis ($M_2=1$ se Sólidos Sedimentáveis $\leq 1,0$ ml/l; $M_2=0,5$ se Sólidos Sedimentáveis $\geq 1,0$ ml/l).

As variáveis de poluição utilizadas nesse trabalho foram a DBO_5 , DQO, Sólidos Suspensos, Fósforo Total, pH, Sulfetos e Cromo Total. A escolha destas variáveis, dentre as analisadas, deve-se ao fato de haver para as mesmas, padrões de emissão determinados pelo D.M.A./RS. Para M_2 , foi adotado o valor 1, tendo em vista que o efluente após sedimentação, permanece

no sistema de lagoas por vários dias, possibilitando assim a decantação dos Sólidos Sedimentáveis.

Os pesos atribuídos a cada parâmetro são:

- a) DBO_5 e DQO: 4
- b) Sólidos Suspensos: 3
- c) Fósforo Total e pH: 2
- d) Sulfetos e Cromo: 1.

Estes pesos foram obtidos de índices para efluentes industriais encontrados na literatura (OESTREICH, 1989).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os valores médios dos parâmetros monitorados durante as seis campanhas para o afluente ao sistema de lagoas e efluente de cada lagoa da série. São apresentadas também as eficiências alcançadas na remoção de matéria orgânica e organismos do grupo Coliforme.

No item 4.1, e com os valores médios dos parâmetros monitorados durante o levantamento, é feita a caracterização do afluente ao sistema de lagoas, em seguida são apresentados os resultados para todos os pontos de coleta e, finalmente, as características do efluente final são comparadas com os padrões de qualidade exigidos pelo Departamento de Meio Ambiente.

No item 4.2 são discutidos estes resultados e sugestões são apresentadas com o objetivo de adequar o efluente aos padrões de emissão.

4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1.1. Caracterização do afluente ao sistema

O afluente ao sistema de lagoas, equalizado e sedimentado, apresentou durante a pesquisa uma vazão média de $3413,66 \text{ m}^3/\text{dia}$ e concentrações médias de DQO e DBO de 1710 e 755 mg/l, respectivamente, verificando-se, assim, uma relação DQO/DBO de 2,26. Estes e outros parâmetros podem ser observados na tab. 4.1., a seguir.

PARÂMETRO	UNIDADE	MÉDIA E FAIXA DE VARIAÇÃO (MÍNIMA E MÁXIMA)
VAZÃO	m ³ /dia	3413,66 (2060,64 - 6771,17)
TEMP. ÁGUA	°C	27,9 (19,6 - 36,0)
pH	UNIDADE	7,4 (6,7 - 8,2)
CONDUTIVIDADE	µs/cm	5831 (4700 - 6925)
ALCALINIDADE	mgCaCO ₃ /l	314 (201 - 388)
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l	1,52 (0,87 - 2,05)
DBO ₅	mg/l	755 (616 - 950)
DQO	mg/l	1710 (1508 - 2042)
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	4051 (3026 - 4822)
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	mg/l	3219 (2539 - 3834)
SÓLIDOS SUSPENSOS	mg/l	831 (224 - 1190)
NITRATOS	mg/l	0,23 (0,08 - 0,51)
FOSFATO TOTAL	mg/l	3,34 (2,22 - 5,61)
SULFATO	mg/l	494 (359 - 670)
SULFETO	mg/l	7,99 (2,47 - 11,40)
CLORETO	mg/l	1031 (489 - 1874)
CROMO TOTAL	mg/l	10,426 (8,079 - 13,635)
COLIFORME TOTAL	NMP/100 ml	$3,9 \times 10^7$ ($7,9 \times 10^6$ - $1,9 \times 10^9$)
COLIFORME FECAL	NMP/100 ml	$2,9 \times 10^6$ ($4,8 \times 10^4$ - $3,5 \times 10^8$)

TABELA 4.1 - Caracterização do afluente ao sistema de lagoas -
Valores médios das seis campanhas.

4.1.2. Demanda bioquímica de oxigênio

A tabela 4.2 mostra os valores médios de DBO_5 observados para o afluente e efluente da lagoa anaeróbia em cada campanha, bem como a vazão média, tempo de detenção médio e eficiências médias observadas na remoção de DBO. Durante o monitoramento, esta lagoa recebeu um afluente com concentração média de DBO de 755 mg/l e forneceu um efluente com 442 mg/l em média.

CAMPANHA	Q (m ³ /dia)	AFLUENTE (mg/l)	EFLUENTE (mg/l)	E (%)	td (dias)
1 ^a Camp.	2397,60	616	345	44	10,51
2 ^a Camp.	6771,17	744	415	44	3,72
3 ^a Camp.	3984,77	766	383	50	6,32
4 ^a Camp.	2611,01	785	447	43	9,65
5 ^a Camp.	2556,80	950	547	42	9,48
6 ^a Camp.	2060,64	670	513	23	12,23
MÉDIAS	3413,66	755	442	41	8,65

TAB. 4.2 - Valores médios de DBO_5 em cada campanha para o afluente e efluente da lagoa anaeróbia, eficiência (%) e tempo de detenção médio (dias).

Com dados contidos nos laudos em anexo, foram determinadas as taxas de aplicação volumétrica de DBO para esta lagoa, sendo observado um valor médio de 101 g DBO_5 /m³.dia. Tendo em vista que os valores de carga volumétrica aplicada (λ_{a_v}) recomendados pela bibliografia situam-se na faixa de 100 a 400 g DBO_5 /m³.dia (MARA, 1983; SILVA E MARA, 1979), verifica-se que durante o levantamento a lagoa operou no limite inferior desta faixa, e com tempos de detenção geralmente maiores que o preconizado de 5 dias (SILVA E MARA, 1979). Para esta lagoa, que apresentou uma eficiência média na remoção de DBO de 41%, foi obtida a correlação de carga volumétrica aplicada (λ_{a_v}) e removida

(λr_v) dada pela equação abaixo (Ver figura 12).

$$\lambda r_v = 0,432 \lambda a_v + 0,30$$

λa_v - carga de DBO aplicada ($\text{gDBO}/\text{m}^3 \cdot \text{dia}$)

λr_v - carga de DBO removida ($\text{gDBO}/\text{m}^3 \cdot \text{dia}$)

A correlação dada pela equação acima apresentou coeficiente de correlação 0,83 e foi obtida com cargas variando de 29 a 252 $\text{gDBO}/\text{m}^3 \cdot \text{dia}$.

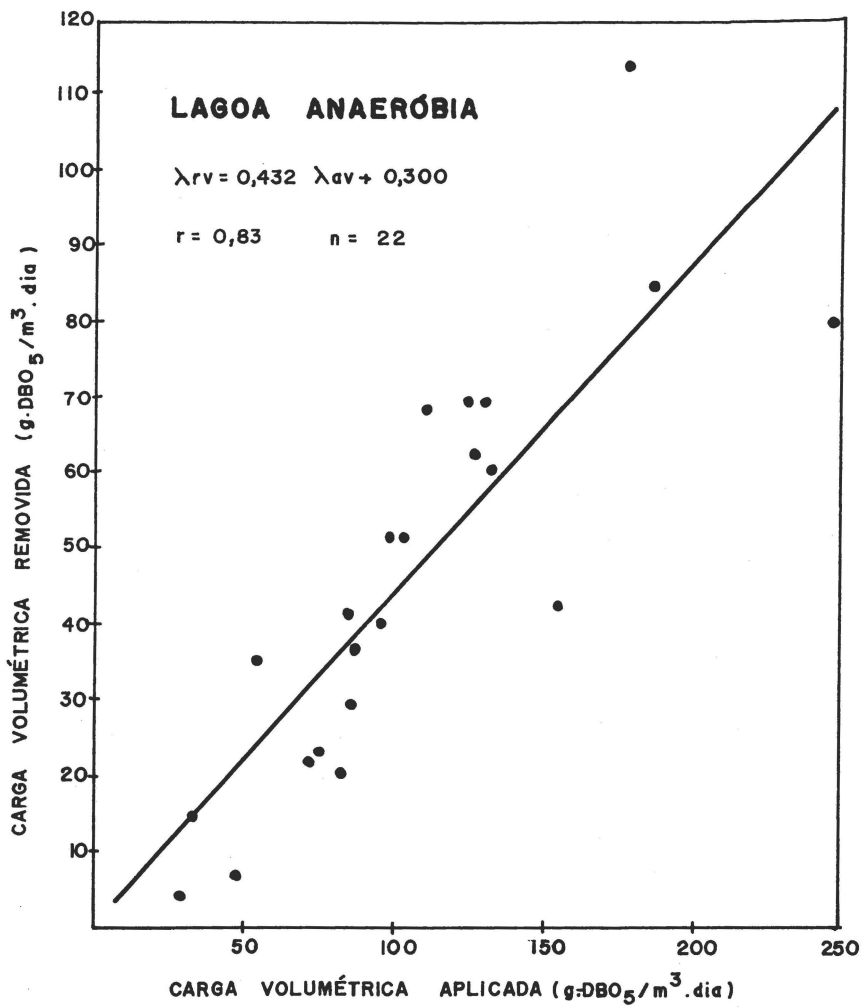


Fig. 12 - Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para lagoa anaeróbia.

Para as lagoas facultativas, cujo afluente a lagoa F_1 apresentou uma concentração média de 442 mg/l de DBO, foram verificadas nos efluentes das lagoas F_1 , F_2 e F_3 concentrações médias de 372, 300 e 238 mg/l, respectivamente, de modo que as eficiências médias com que operaram estas lagoas foram nesta ordem, 16, 18 e 20%, como mostra a tabela 4.3. Assim, o sistema biológico de tratamento apresentou uma eficiência média global de 68% na remoção de DBO.

TAB. 4.3 - Concentrações médias de DBO_5 (mg/l) no afluente à lagoa anaeróbia e efluente de cada unidade (A, F_1 , F_2 , F_3), eficiências individuais na remoção de DBO e eficiência global do sistema.

CAMPANHA	AFLUENTE	EFLUENTES								
	A ANAERÓB.	EFLUEN. ANAER.	E (%)	EFL. F_1	E (%)	EFL. F_2	E (%)	EFL. F_3	E (%)	EFIC. GLOBAL
1 ^a Camp.	616	345	44	271	21	248	8	204	18	67
2 ^a Camp.	744	415	44	373	10	327	12	325	-	56
3 ^a Camp.	766	383	50	337	12	295	12	255	13	67
4 ^a Camp.	785	447	43	332	26	222	33	156	30	80
5 ^a Camp.	950	547	42	450	18	325	28	255	22	73
6 ^a Camp.	670	513	23	470	8	386	18	235	39	65
MÉDIAS	755	442	41	372	16	300	18	238	20	68

LEGENDAS: EFL. - Efluente; E - Eficiência; ANAER. - Anaeróbia
 F_1 , F_2 , F_3 - Lagoas Facultativas

Com os dados que constam nos laudos em anexo, foram determinadas as taxas de aplicação superficial de DBO, sendo obtidos os valores médios de 2283, 1653 e 816 kg DBO_5 /ha.dia para as lagoas F_1 , F_2 e F_3 , respectivamente. Nas figuras 13.a, 13.b e 13.c foram plotados os pontos correspondentes a carga aplicada e removida para as três lagoas, onde podem ser observadas dispersões acentuadas.

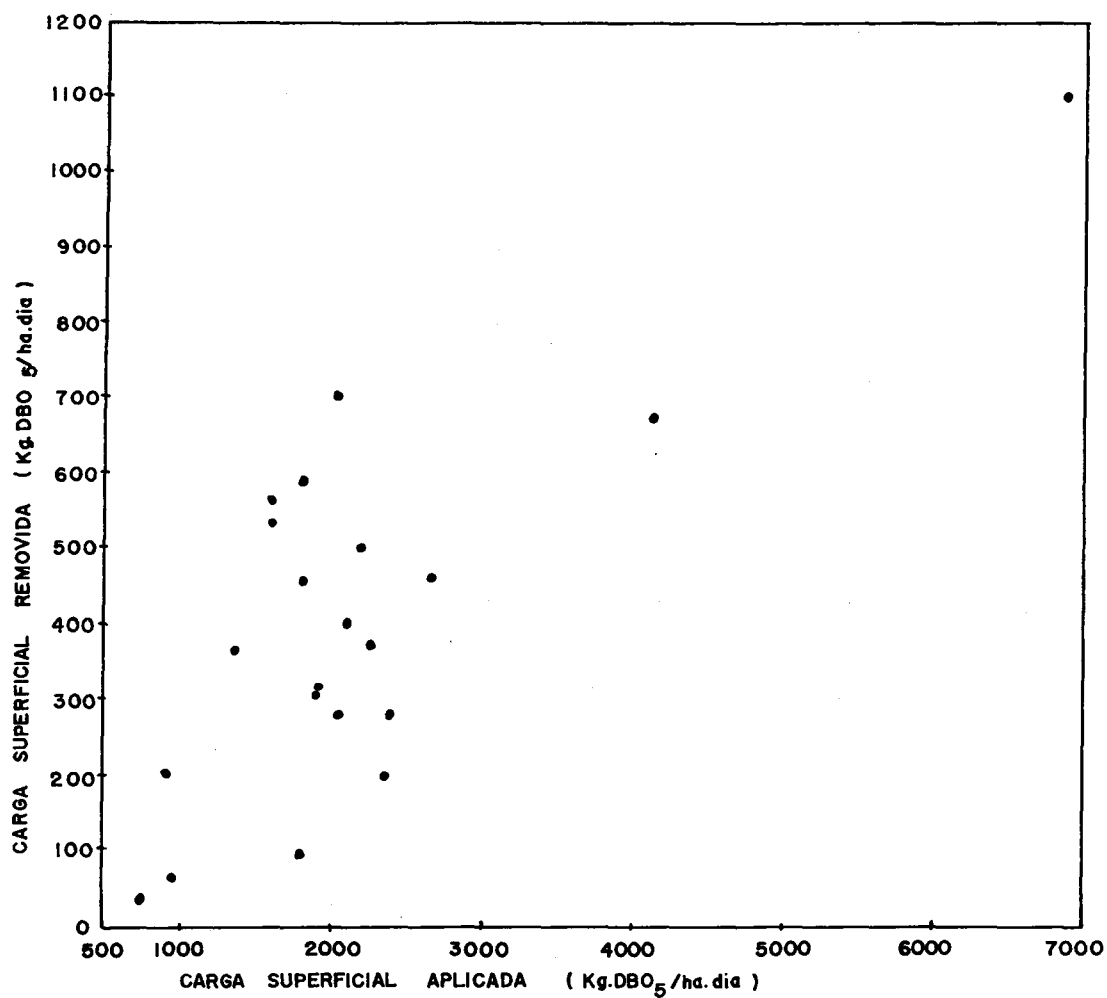


Fig. 13.a - Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para a lagoa F₁ ($r = 0,51$, $n = 21$).

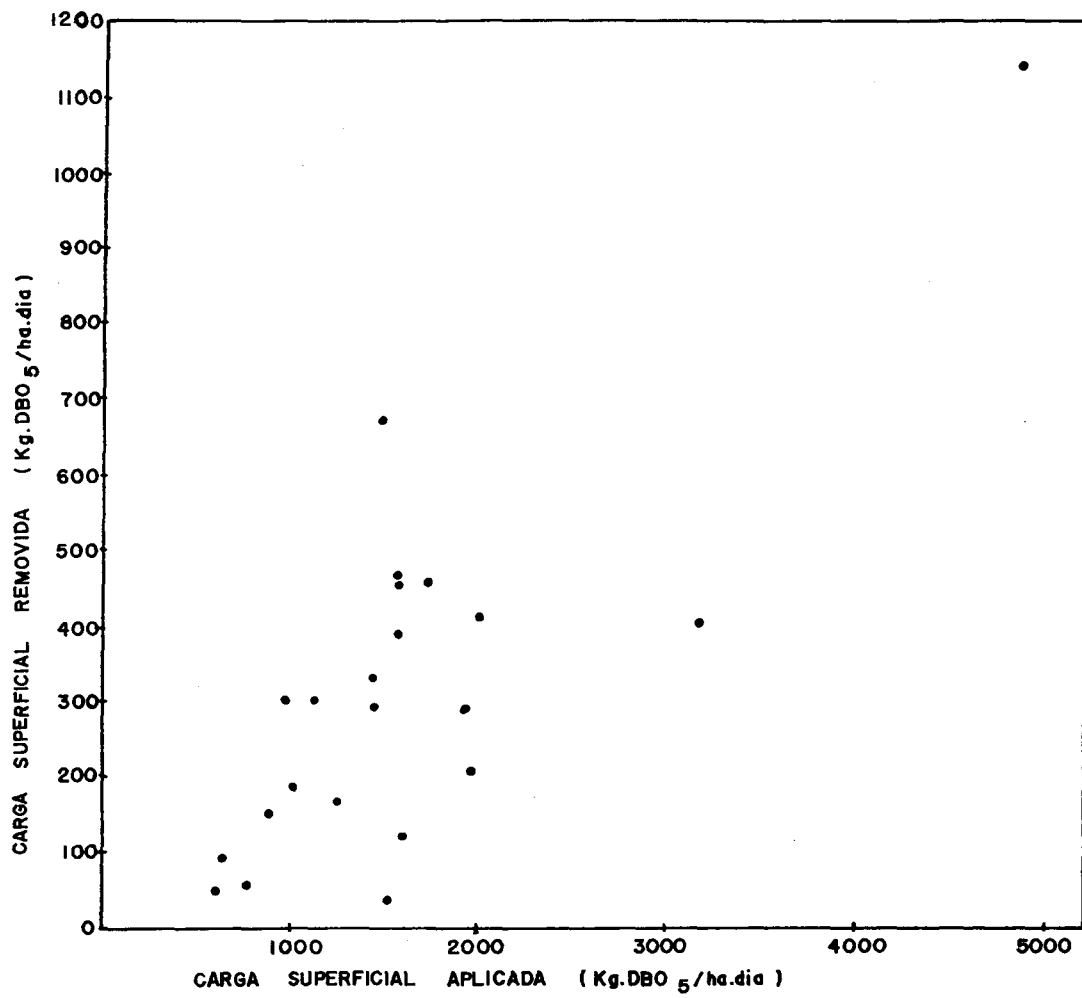


Fig. 13.b - Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para a lagoa F₂ ($r = 0,79$, $n = 22$).

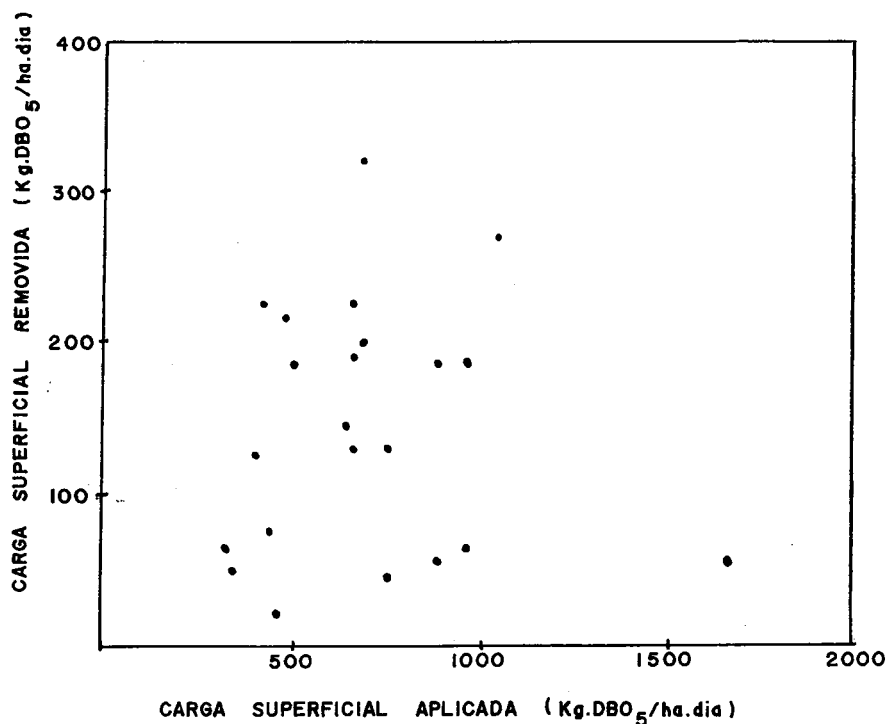


Fig. 13.c - Correlação entre carga aplicada e removida de DBO para lagoa F₃ ($r = 0$, $n = 22$).

4.1.3. Demanda química de oxigênio

As concentrações de DQO para o afluente à lagoa anaeróbia e efluentes das lagoas A, F₁, F₂ e F₃ podem ser observadas na tabela 4.4, sendo que os valores apresentados referem-se às concentrações médias por campanha. Como pode ser visto, o sistema apresentou uma eficiência média global de 70% na remoção de DQO, sendo que nesse total, somente a lagoa anaeróbia contribuiu com 40%. A exemplo do que foi observado na remoção de DBO, também se mostraram as lagoas F₁, F₂ e F₃ insatisfatórias na remoção de DQO, ou seja, removeram em média respectivamente 17, 22 e 22% apenas.

TAB. 4.4 - Concentrações médias de DQO (mg/l) no afluente à lagoa anaeróbia e efluente de cada unidade (A, F₁, F₂ e F₃), eficiências individuais na remoção de DQO e eficiência global do sistema.

CAMPANHA	AFLUENTE A ANAERÓB.	EFLUENTES								
		EFLUEN. ANAER.	E (%)	EFL. F ₁	E (%)	EFL. F ₂	E (%)	EFL. F ₃	E (%)	EFIC. GLOBAL
1 ^a Camp.	1642	1258	23	953	24	825	13	716	13	56
2 ^a Camp.	2042	1349	34	1097	19	716	35	498	30	76
3 ^a Camp.	1508	855	43	608	29	486	20	359	26	76
4 ^a Camp.	1828	791	57	722	9	594	18	436	26	76
5 ^a Camp.	1634	1020	37	821	19	651	21	515	21	68
6 ^a Camp.	1609	868	46	847	2	645	24	537	17	67
MÉDIAS	1710	1023	40	841	17	653	22	510	22	70

LEGENDAS: EFL. - Efluente; E - Eficiência; ANAER. - Anaeróbia
F₁, F₂, F₃ - Lagoas Facultativas

4.1.4. Sólidos

Com relação ao teor de sólidos totais, dissolvidos e em suspensão, cujas concentrações médias por campanha encontram-se nas tabelas 4.5, 4.6 e 4.7, verificou-se uma eficiência global de remoção de 28, 20 e 62%, respectivamente.

Como pode ser observado na tabela 4.7, a lagoa anaeróbia promoveu uma remoção de Sólidos Suspensos de 831 mg/l no afluente para 289 mg/l no efluente, enquanto na lagoa F₁ houve uma reversão no processo da ordem de 16%, provavelmente devido ao aumento da biomassa, principalmente algas.

Seguem-se as tabelas acima enunciadas.

TAB. 4.5 - Concentração de Sólidos Totais (mg/l).

CAMPANHA	AFLUENTE A	EFLUENTE A	E (%)	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃	E.G. (%)
1 ^a Camp.	3284	2963	10	2838	2827	3170	3
2 ^a Camp.	4002	2655	34	2548	2530	2457	39
3 ^a Camp.	3026	2930	3	2878	2967	2760	9
4 ^a Camp.	4582	3697	19	3775	3495	2981	35
5 ^a Camp.	4822	3572	26	3220	2974	2663	45
6 ^a Camp.	4588	3509	23	3299	3078	2815	39
MÉDIAS	4051	3221	19	3093	2978	2808	28

LEGENDAS: E(%) - Eficiência da lagoa anaeróbia.

E.G.(%) - Eficiência global do sistema de lagoas.

TAB. 4.6 - Concentrações de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l).

CAMPANHA	AFLUENTE A	EFLUENTE A	E (%)	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃	E.G. (%)
1 ^a Camp.	3059	2799	8	2798	2773	3072	-
2 ^a Camp.	2917	2605	11	2498	2473	2382	18
3 ^a Camp.	2539	2488	2	2576	2440	2388	6
4 ^a Camp.	3569	3331	7	3316	2989	2594	27
5 ^a Camp.	3834	3172	17	2684	2633	2348	39
6 ^a Camp.	3398	3197	6	2675	2722	2415	29
MÉDIAS	3219	2932	8	2758	2672	2533	20

LEGENDAS: E(%) - Eficiência da lagoa anaeróbia.

E.G.(%) - Eficiência global do sistema de lagoas.

TAB. 4.7 - Concentração de Sólidos Sispensos Totais (mg/l).

CAMPANHA	AFLUENTE A	EFLUENTE A	E (%)	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃	E.G. (%)
1 ^a Camp.	224	164	27	40	54	98	56
2 ^a Camp.	1085	50	95	50	57	75	93
3 ^a Camp.	487	443	9	303	527	372	24
4 ^a Camp.	1014	366	64	458	506	387	62
5 ^a Camp.	988	399	60	536	341	316	68
6 ^a Camp.	1190	312	74	623	356	400	66
MÉDIAS	831	289	55	335	307	275	62

LEGENDAS: E(%) - Eficiência da lagoa anaeróbia.

E.G.(%) - Eficiência global do sistema de lagoas.

4.1.5. Sulfetos e Sulfatos

Para Sulfetos foi observada uma remoção Global no sistema de 78%, enquanto para Sulfatos, 44%, o que pode ser observado na tabela 4.15 e tabelas 4.8 e 4.9.

As concentrações médias de Sulfetos para o efluente da lagoa anaeróbia em todas as campanhas, se mostraram mais altas do que no afluente (Tabelas 4.8 e 4.9), ocorrendo o contrário com a concentração de Sulfatos. Isso ocorre devido ao fato de que na ausência de oxigênio, os Sulfatos são reduzidos a Sulfetos por ação bacteriana, aumentando a concentração destes (SHIMADA et alii, 1987; SILVA e MARA, 1979; BRAILE, 1979). As concentrações nos efluentes das lagoas F₁, F₂ e F₃ também podem ser observadas nas tabelas 4.8 e 4.9.

Seguem-se as tabelas 4.8 e 4.9.

TAB. 4.8 - Valores médios da concentração de Sulfetos (mg/l) por campanha e média global.

CAMPANHA	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃
1 ^a Camp.	6,05	23,65	8,07	3,62	0,20
2 ^a Camp.	10,22	12,32	2,40	2,35	0,22
3 ^a Camp.	8,22	17,12	6,75	2,87	0,60
4 ^a Camp.	11,40	20,10	21,02	16,55	5,00
5 ^a Camp.	9,57	16,07	9,92	9,90	4,05
6 ^a Camp.	2,47	9,95	1,22	2,70	0,40
MÉD. GLOB.	7,99	16,53	8,23	6,33	1,74

TAB. 4.9 - Valores médios da concentração de Sulfatos (mg/l) por campanha e média global.

CAMPANHA	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃
1 ^a Camp.	440	335	246	288	299
2 ^a Camp.	359	187	113	76	72
3 ^a Camp.	415	385	392	382	306
4 ^a Camp.	670	400	389	389	352
5 ^a Camp.	532	405	421	362	337
6 ^a Camp.	549	381	327	339	293
MÉD. GLOB.	494	349	315	306	276

4.1.6. Alcalinidade Total e pH

O valor do pH no afluente à lagoa anaeróbia foi, em média, 7,4, enquanto o efluente das lagoas da série apresenta ram 7,3; 7,7; 7,9 e 8,1, respectivamente.

Com relação à alcalinidade, foram observados valores médios de 314, 488, 563, 569 e 593 mgCaCO₃/l para o afluente

te à lagoa anaeróbia e efluentes das lagoas A, F₁, F₂ e F₃ (Tabelas 4.10 e 4.15),

TAB. 4.10 - Valores médios da Alcalinidade Total (mg/l de CaCO₃) e média global.

CAMPANHA	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃
1 ^a Camp.	388	597	671	673	674
2 ^a Camp.	201	458	500	532	561
3 ^a Camp.	341	475	504	494	515
4 ^a Camp.	340	419	575	497	471
5 ^a Camp.	306	490	596	645	697
6 ^a Camp.	307	489	531	574	639
MED. GLOB.	314	488	563	569	593

4.1.7. Temperatura da água e do ar

A temperatura média do afluente à lagoa anaeróbia foi de 27,9°C durante o período de estudos, variando de 16,0 a 39,0°C. Para os efluentes das lagoas A, F₁, F₂ e F₃ foram observados os valores de 22,7; 21,4; 20,6 e 20,4, respectivamente. Durante este período, a temperatura do ar variou entre 6,0 e 39,0°C, com valor médio de 20,4°C (Ver tabela 4.15).

4.1.8. Fosfato Total e Nitrato

As concentrações médias de Fosfato e Nitrato são apresentadas nas tabelas 4.11, 4.12 e 4.15. Para Fosfato foi observada uma remoção média global de 67%, enquanto para Nitrato foi de -4%, passando a concentração média no afluente da lagoa anaeróbia para o efluente final de 3,34 a 1,10 mg/l para Fosfato e 0,23 a 0,24 mg/l para Nitrato.

TAB. 4.11 - Valores médios da concentração de Fosfato Total (mg/l) em cada campanha e média global.

CAMPANHA	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃
1 ^a Camp.	3,20	3,31	2,21	2,20	0,95
2 ^a Camp.	2,22	1,02	0,98	1,00	0,72
3 ^a Camp.	5,61	1,67	1,05	1,50	0,91
4 ^a Camp.	2,86	1,41	0,99	1,54	0,80
5 ^a Camp.	2,70	2,82	1,34	1,24	1,25
6 ^a Camp.	3,46	2,14	1,46	1,52	2,00
MÉD. GLOBAL	3,34	2,06	1,34	1,50	1,10

TAB. 4.12 - Valores médios de Nitrato (mg/l) em cada campanha e média global.

CAMPANHA	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃
1 ^a Camp.	0,11	0,06	0,07	0,14	0,09
2 ^a Camp.	0,20	0,09	0,12	0,10	0,13
3 ^a Camp.	0,21	0,20	0,19	0,22	0,20
4 ^a Camp.	0,08	0,09	0,09	0,11	0,12
5 ^a Camp.	0,51	0,71	0,60	0,85	0,80
6 ^a Camp.	0,22	0,07	0,03	0,18	0,07
MÉD. GLOBAL	0,23	0,18	0,18	0,25	0,24

4.1.9. Cloretos

No afluente ao sistema foi observada uma concentração média de Cloretos de 1031 mg/l. Com uma remoção média de 11%, foi obtido um efluente final com 917 mg/l. Essa baixa éfi-

ciência mostra que os sistemas convencionais de tratamento, não são eficientes na remoção de Cloretos.

TAB. 4.13 - Valores médios da concentração de Cloretos (mg/l) por campanha e média global.

CAMPANHA	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃
1 ^a Camp.	800	807	800	813	863
2 ^a Camp.	489	640	635	623	636
3 ^a Camp.	671	708	690	675	649
4 ^a Camp.	1874	1054	1180	1356	1268
5 ^a Camp.	1315	1124	1074	1013	974
6 ^a Camp.	1038	1044	1076	1137	1110
MÉD. GLOBAL	1031	896	909	936	917

4.1.10. Condutividade

A Condutividade, que depende do teor de sais dissolvidos, apresentou um valor médio de 5831 $\mu\text{s/cm}$ no afluente ao sistema (tabela 4.15). Com uma redução média de 18%, foi obtido um efluente final com Condutividade média de 4777 $\mu\text{s/cm}$.

4.1.11. Cromo Total

A análise de Cromo mostrou uma concentração média de 10,426 mg/l no afluente da lagoa anaeróbia e 1,841, 0,690, 0,339 e 0,249 mg/l nos efluentes das lagoas A, F₁, F₂ e F₃, respectivamente (Tabelas 4.14 e 4.15). Com uma remoção global de 98%, verifica-se que só a lagoa anaeróbia contribuiu com 82%, o que mostra que a maior parte do Cromo afluente ao sistema fica retido na lagoa anaeróbia, seja por precipitação ou por bioacumulação.

TAB. 4.14 - Valores médios da concentração de Cromo (mg/l) em cada campanha e média global.

CAMPANHA	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃
1 ^a Camp.	8,079	1,812	0,622	0,328	0,697
2 ^a Camp.	10,758	1,612	0,612	0,273	0,199
3 ^a Camp.	10,135	1,384	0,338	0,119	0,040
4 ^a Camp.	13,635	1,697	0,841	0,513	0,106
5 ^a Camp.	9,523	2,698	1,035	0,463	0,285
6 ^a Camp.	-	-	-	-	-
MÉD. GLOBAL	10,426	1,841	0,690	0,339	0,249

4.1.12. Coliformes

As análises do grupo Coliforme detectaram no afluente da lagoa anaeróbia um NMP/100ml de $3,9 \times 10^7$ (C.T.) e $2,9 \times 10^6$ (C.F.) em média, enquanto no efluente final do sistema foi verificado $3,5 \times 10^5$ (C.T.) e $3,2 \times 10^4$ (C.F.), remoções essas, correspondentes a 99% em ambos os casos (Tabela 4.15).

4.1.13. Plâncton

A análise de plâncton mostrou uma variedade pequena de gêneros de algas. Enquanto no Quadro I são apresentados 11 gêneros de algas normalmente encontradas em lagoas facultativas, nas lagoas F₁, F₂ e F₃ foram detectadas apenas algas dos gêneros *Chlamydomonas*, *Oscillatoria* e *Chrorella*. A ocorrência de 3 gêneros apenas, é consequência da elevada carga orgânica e concentrações tóxicas de sulfetos e possivelmente de amônia. Foi observado, também, que em determinadas ocasiões, há predominância das sulfobactérias púrpuras sobre as algas.

4.1.14. Características do efluente

Neste ítem, é apresentada a característica média global do afluente ao sistema e efluente de cada lagoa da série, bem como as eficiências médias globais alcançadas na remoção dos diversos parâmetros (Tabela 4.15).

TAB. 4.15 - Caracterização do afluente à lagoa anaeróbia e dos efluentes das lagoas A, F₁, F₂ e F₃ e eficiência global de remoção.

PARÂMETRO	AFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE ANAERÓBIA	EFLUENTE F ₁	EFLUENTE F ₂	EFLUENTE F ₃	EFICIC. GLOEAL (%)
TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)	27,9	22,7	21,4	20,6	20,4	-
pH (unidade)	7,4	7,3	7,7	7,9	8,1	-
CONDUTIVIDADE (µs/cm)	5831	5185	5031	4881	4777	18
ALCALINIDADE (mg CaCO ₃ /l)	314	488	563	569	593	-
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/l)	1,52	1,72	1,45	1,83	1,82	-
DBO ₅ (mg/l)	755	442	372	300	238	68
DQO (mg/l)	1710	1023	841	653	510	70
SÓLIDOS TOTAIS (mg/l)	4051	3221	3093	2978	2808	31
SÓLIDOS DISSOLVIDOS (mg/l)	3219	2932	2758	2672	2533	20
SÓLIDOS SUSPENSOS (mg/l)	831	289	335	307	275	62
NITRATO (mg/l)	0,23	0,18	0,18	0,25	0,24	-4
FOSFATO (mg/l)	3,34	2,06	1,34	1,50	1,10	67
SULFATO (mg/l)	494	349	315	306	276	44
SULFETO (mg/l)	7,99	16,53	8,23	6,33	1,74	72
CLORETO (mg/l)	1031	896	909	936	917	11
CROMO TOTAL (mg/l)	10,426	1,841	0,690	0,339	0,249	98
COLIFORME TOTAL (NMP/100ml)	3,9x10 ⁷	8,7x10 ⁶	4,1x10 ⁶	1,0x10 ⁵	3,5x10 ⁵	99
COLIFORME FECAL (NMP/100ml)	2,9x10 ⁶	3,4x10 ⁵	1,8x10 ⁵	8,6x10 ⁴	3,2x10 ⁴	99

Os valores constantes na tabela 4.15, representam a média global dos parâmetros monitorados durante as seis campanhas.

No Quadro IX, são apresentados os valores médios de alguns parâmetros analisados para o efluente final, para os quais foram estabelecidos padrões de emissão pelo Departamento do Meio Ambiente/RS.

PARÂMETRO	UNIDADE	EFLUENTE PRODUZIDO	PADRÃO DE EMISSÃO DMA-RS.
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	20,4	< 40
pH	UNIDADE	8,1	6,0 a 8,5
DBO ₅	mg/l	238	< 80
DQO	mg/l	510	< 240
SOL. SUSPENSOS	mg/l	275	< 80
FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,36	< 1,0
SULFETO	mg/l	7,99	< 1,0
CROMO TOTAL	mg/l	0,349	< 1,0

QUADRO IX - Características do efluente final e padrões de emissão.

4.1.15 - Cálculo do Índice de Qualidade do Efluente

Como pode ser observado, durante o período da pesquisa, não foi produzido um efluente que atenda a todos os padrões de emissão. O cálculo do IQE foi feito para as quatro coletas de cada campanha e podem ser observados no Quadro X, sendo obtido um valor médio de 33%. Isso mostra que algumas modificações devem ser feitas no sistema de tratamento e/ou no sistema de produção, com vistas a adequar o efluente final aos padrões de emissão.

VARIÁVEL DE POLUIÇÃO	W ₁	JANEIRO				FEVEREIRO				MARÇO				ABRIL				MAIO				JUNHO							
		I _j				I _j				I _j				I _j				I _j				I _j							
DBO ₅	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DQO	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SÓL. SUSP.	3	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOSF. TOTAL	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SULFETOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
CROMO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M ₁		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M ₂		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IQE (%)		53	53	35	53	53	35	35	35	35	35	29	35	20	20	20	20	29	29	23	29	31	31	31	19				

QUADRO X - Quadro demonstrativo do Índice de Qualidade do Efluente (IQE) para cada coleta de cada campanha.

4.2. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos mostra que, no sistema de lagoas estudado no presente trabalho, a lagoa anaeróbia é mais eficiente na remoção de DBO e DQO, apresentando uma eficiência de 41% e 42%, respectivamente. Esta lagoa, durante o período de pesquisa, operou sob carga de $101 \text{gDBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{dia}$ e tempo de detenção de 8,65 em média, ou seja, com carga situada no limite inferior da faixa preconizada (100 a $400 \text{gDBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{dia}$) e com tempo de detenção maior que o preconizado de 5 dias (SILVA E MARA, 1979). Assim, talvez se pudesse esperar uma eficiência maior, tal como 50 a 60% (JORDÃO E PESSÔA, 1982), ou, até 70% (SILVA E MARA, 1979), embora estas eficiências sejam preconizadas para lagoas anaeróbias tratando esgoto doméstico.

As lagoas facultativas apresentaram eficiências médias baixas, tanto na remoção de DBO (16, 18 e 20% para F_1 , F_2 e F_3) como de DQO (17, 22 e 22%, respectivamente). Estas baixas eficiências, provavelmente estão associadas ao fato destas lagoas estarem operando sob cargas de DBO elevadas, tais como 2283 (F_1), 1653 (F_2) e 816 (F_3) $\text{kgDBO}_5/\text{ha} \cdot \text{dia}$ em média, quando o máximo preconizado para o Estado de São Paulo, que tem condições climatológicas semelhantes ao nosso, é 250 $\text{kgDBO}_5/\text{ha} \cdot \text{dia}$, (KAWAI et alii, 1981). Embora este valor tenha sido proposto a partir de estudos realizados com lagoas tratando esgotos domésticos nos Estados de São Paulo e Paraná, é reportado na bibliografia, lagoas facultativas operando com eficiência de 80% na remoção de DBO, sob cargas de 400 $\text{kgDBO}_5/\text{ha} \cdot \text{dia}$ (CAMPINA GRANDE, PB) e 1100 $\text{kgDBO}_5/\text{ha} \cdot \text{dia}$ (SAN JUAN, PERÚ).

Com relação a sólidos, foi verificado que a lagoa anaeróbia mostrou maior eficiência na remoção de sólidos suspensos, uma vez que seu tempo de detenção é suficientemente gran

de para que boa parte dos mesmos sedimento para posterior degradação. As lagoas facultativas mostraram uma eficiência média global na remoção de Sólidos Suspensos de 5%, ocorrendo inclusive reversão do processo na lagoa F₁. Foi observado também que todas as lagoas da série foram ineficientes na remoção de Sólidos Dissolvidos, apresentando uma eficiência global de 20% apenas, o que possivelmente seja um indício de inibição da atividade da biota das lagoas, principalmente bactérias e algas. Esta observação é reforçada pelo fato de ter sido verificada uma concentração média de 16,53; 8,23 e 6,33 mg/l de Sulfetos no afluente das lagoas F₁, F₂ e F₃, respectivamente, quando na faixa de pH reinante nas lagoas de estabilização, 8,0 mg/l já causa forte inibição na atividade das algas fotossintetizantes e conseqüentemente na produção de oxigênio (MARA e PEARSON, 1986). Associado a isto, a alta concentração de Cloretos observada, além de diminuir a solubilidade do oxigênio (HAMMER, 1979), torna o meio aquático mais seletivo para os microorganismos (BRANCO, 1978), o que está em conformidade com a pequena variedade de gêneros de algas observada nas lagoas F₁, F₂ e F₃.

Outro fator importante que pode ter influência na baixa atividade dos microorganismos, é quanto a disponibilidade de nutrientes. Tem sido aceita a relação 100:5:1 (DBO:N:P), como necessária para manter um balanço adequado de matéria orgânica e nutrientes. Assim, para o valor médio de 755 mg DBO/l no afluente ao sistema, seria necessário aproximadamente 38 mg/l de nitrogênio e 7,5 mg/l de fósforo. De acordo com o Quadro VII, que apresenta algumas características de efluentes de indústrias do ramo, pode-se depreender que nitrogênio talvez não esteja sendo um fator limitante, mas as concentrações médias de Fosfatos observadas na tabela 4,8, sugerem poder estar sendo este um fator limitante, que poderia ser resolvido pela adição de ácido fosfórico (BRAILE, 1979).

Com relação ao Cromo, embora o efluente final esteja dentro do padrão de exigência, deve ser observado que o acúmulo deste no lodo do fundo da lagoa anaeróbia (82% do cromo afluente), pode atingir com o passar do tempo, uma concentração

tóxica à atividade dos microorganismos e provocar uma reversão do processo de tratamento nessa lagoa. Como a indústria já recupera totalmente o cromo do banho residual de curtimento, seria interessante recuperar também o cromo do efluente da unidade de beneficiamento de peles, com o que se obteria um efluente isento, ou com mínima concentração de cromo, o que aumentaria a vida ativa da lagoa, sem necessidade de remoção do lodo do fundo.

A seguir, são feitas algumas sugestões, com vistas a melhorar a qualidade do efluente:

- tendo em vista que a empresa já recupera totalmente o cromo do banho residual, estender tal procedimento à unidade de beneficiamento de peles, com o que se obteria um efluente praticamente isento de cromo e seus inconvenientes.

- recirculação do caleiro, com recuperação do sulfeto. Este procedimento permite uma recuperação de 90% da quantidade de sulfeto existente no banho residual e cerca de 40 a 50% da quantidade inicialmente empregada (BOHNENBERGER, 1980). Isso pode ser realizado acompanhado da recuperação de proteínas, provenientes dos pelos destruídos. Estas proteínas, nutritivas e de fácil digestão, são recuperadas em quantidades da ordem de 30 a 40 kg de proteína seca por tonelada de pele salgada (BOHNENBERGER, 1980), reduzindo assim também a carga orgânica no efluente. Esta prática, além de significar economia no consumo de sulfeto, produz um efluente praticamente isento do mesmo, com o que, as algas retomariam plenamente sua atividade fotossintética, fornecendo o oxigênio necessário a atividade das bactérias, nas lagoas facultativas.

- adoção de lagoas anaeróbias em série - tendo em

vista a baixa atividade fotossintética e consequentemente os baixos níveis de oxigênio dissolvido observados, poderiam ser adotadas várias lagoas anaeróbias, trabalhando em série, até que o efluente da última tenha qualidade compatível com as áreas existentes (SILVA, 1984).

- aeração: esta alternativa consiste em fornecer o oxigênio necessário às bactérias por meios mecânicos. Isso poderia ser realizado na lagoa F_1 ou na porção final da lagoa anaeróbia. A quantidade de oxigênio a ser fornecida, será função da remoção de DBO desejada.

- filtro biológico: esta alternativa consiste na instalação de um filtro biológico para tratar o efluente da lagoa anaeróbia, onde parte dos sólidos sedimentáveis e em suspensão ficou retida na lagoa anaeróbia, o que evitaria, assim, problemas de colmatação.

..... CAPÍTULO V

CONCLUSÕES FINAIS

A análise dos dados obtidos neste sistema de tratamento por lagoas de estabilização, mostrou que, à exceção da lagoa anaeróbia, as demais lagoas da série encontram-se sujeitas a cargas muito elevadas de DBO, e como consequência, não apresentam as eficiências desejadas, levando a um efluente final que não atinge os padrões de qualidade para grande parte dos parâmetros analisados.

A lagoa anaeróbia, operando com tempo de detenção médio de 8,65 dias e sujeita à carga volumétrica média de DBO de $101 \text{ g/m}^3 \cdot \text{dia}$, apresentou eficiências médias na remoção de DBO, DQO e Sólidos Suspensos de 41, 40 e 55, respectivamente.

As lagoas facultativas, operando com tempos de detenção médios baixos e sob cargas de DBO elevadas, apresentaram eficiências muito aquém da necessária para produzir um efluente compatível com os padrões de exigência, o que mostra que não deve ser superestimada a capacidade de tratamento das lagoas facultativas, e que valores de carga superficial de DBO da ordem de 200 a 300 $\text{kg/ha} \cdot \text{dia}$ devem ser adotados no projeto destas lagoas no Rio Grande do Sul, enquanto as pesquisas não conduzirem a critérios mais confiáveis.

Finalmente, tendo em vista as altas concentrações de sulfetos verificadas neste tipo de efluente, conclui-se que devem ser removidos, antes de atingirem o sistema, sob pena de tornar inviável o tratamento por lagoas facultativas, que dependem da atividade fotossintética das algas.

O Índice de Qualidade de Efluentes variou entre 20 e 53%, mostrando a necessidade de ser redimensionado o sistema de tratamento, no intuito de atender aos padrões de emissão estabelecidos.

..... CAPÍTULO VI

RECOMENDAÇÕES

A seguir são feitas algumas sugestões a serem incorporadas em trabalhos futuros sobre lagoas de estabilização. Assim, recomenda-se que:

- sejam realizadas pesquisas com lagoas tratando efluentes de indústrias de ramos específicos, para que se possa observar o comportamento destas em cada caso.
- sejam realizadas pesquisas em escala piloto, que permite fazer-se as lagoas trabalharem sob as mais variadas condições de carga, proporcionando parâmetros de projeto mais confiáveis para utilização no Rio Grande do Sul e regiões de clima semelhante.
- seja realizado um estudo específico para buscar a forma mais conveniente do ponto de vista técnico e econômico, de aprimorar todos os sistemas de tratamento por lagoas de estabilização que não estejam atingindo os padrões legais de emissão.

CAPÍTULO VII

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALOY, M.; FOLACHIER, A.; VULLIERMET, B. 1976. *Tannerie et Pollution*. Lyon, Centre Technique du Cuir: 307p.
2. ANÁLISES Físicas, químicas e biológicas em águas e resíduos líquidos. sd. Porto Alegre, CORSAN, DMAE/CESB. 236f.
3. ARTHUR, J.P. 1983. Notes on the design and operation of waste stabilization ponds in warm climates of developing countries. World Bank Technical Paper, Number 7. Washington DC. USA (ISBN 0-8213-0137-3).
4. BERNARDINO, L. 1988. Tratamento de esgotos domésticos em lagoas de estabilização no centro-oeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, IPH/UFRGS.
5. BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. 1985. Estudo Técnico-Econômico Comparativo de Alternativas de Sistemas Simplificados de Tratamento de Esgotos para pequenas Comunidades. Dissertação de Mestrado, IPH/UFRGS.
6. BOHNENBERGER, José Carlos. 1980. A Problemática dos Curtumes Gaúchos, face à Preservação dos Recursos Hídricos. Dissertação de Mestrado, IPH/UFRGS.
7. BRAILE, P. & CAVALCANTI, J. 1979. Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. São Paulo, CETESB, 764p.
8. BRANCO, S.M. 1978. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 2^a ed. CETESB, São Paulo, 620p.
9. CODY, R.M. & TISCHER, R.G. 1985. Isolation and frequency of occurrence of salmonella and shigella in stabilization ponds, *Journal of the Water Pollution Control Federation*. Washington, 37(10):1399-1403, Oct.
10. DACACH, N.G. 1984. Saneamento Básico, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 2^a ed., 293p.

11. DA-RIN, B.P. 1980. Processos econômicos de tratamento biológico, filtros biológicos, lagoas de estabilização e valos de oxidação. Curso promovido pelo Departamento do Meio ambiente da Secretaria de Saúde e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.
12. ECKENFELDER, W.W. 1980. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Paris, Technique et Documentation, 503p.
13. FERRARA, Raymond A. & HARLEMAN, D.R.F. 1980. Dynamic nutrient cycle model for waste stabilization ponds. Journal of the Environmental Engineering Division. New York, 106 (1):37-54, Feb.
14. . 1981. Hydraulic modeling for waste stabilization ponds. Journal of the Environmental Engineering Division, New York, 107(4):817-830, Aug.
15. FINNEY, B.A. & MIDDLEBROOKS, E.J. 1980. Facultative waste stabilization pond design. Journal of the Water Pollution Control Federation. Washington, 52(1):134-147, Jan.
16. FRANZMATHES, Joseph R. 1970. Bacteria and Lagoons. Water & Sewage Works. Chicago, 117(3):90-92, Mar.
17. GRAMBRILL, M.P.; MARA, D.D.; ECCLES, G.R. & BAGHAEI-YADZI, N. 1986. Microcomputers-aided design of waste stabilization ponds in tourist areas of Mediterranean Europe. The Public Health Engineer, 14(2):39-41.
18. GLOYNA, E.F. 1971. Waste stabilization ponds. World Health Organization, Monograph Series, Number 60.
19. GLOYNA, Earnest F. & ESPINO, Ernesto. 1969. Sulfide production in stabilization ponds. Journal of the Sanitary Engineering Division. New York, 95(3):607-628, Jun.
20. HAMMER, M.T. 1979. Sistemas de abastecimento de água e esgoto. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 503p.
21. HARRELSON, Michael E. & CRAVENS, Joe Bob. 1982. Use of microscreens to polish lagoon effluents. Journal Water Pollution Control Federation. Washington, 54(1):36-46, Jan.

22. HEUVELEN, Willis Van; SMITH, J.K.; HOPKINS, G.J. 1960. Waste stabilization lagoons - Design, construction and operation practices among Missouri basin states. Washington, 32(9):909-917, Sept.
23. JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. 1982. Tratamento de esgotos domésticos. Vol. I, 2^a ed., ABES, Rio de Janeiro.
24. KAWAI, H.; GRIECO, V.M. & JUREIDINI, P. 1982. Tratabilidade de poluentes em lagoa fotossintética acelerada e aproveitamento do potencial proteico de algas. Revista DAE, n° 128, p.82-98, Mar.
25. KAWAI, H.; YANO, T.; ROCHA, M.J.M.; LIMAS, A. & SCHNEIDERMAN, B. 1981. Estabelecimento de critérios para dimensionamento de lagoa de estabilização, Revista DAE, n° 127: p. 37-45, Dez.
26. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO. 1975. 2^a ed., São Paulo, CETESB.
27. LUDWIG, H.F.; OSWALD, W.J.; GOTAAS, H.B. & LYNCH, Victoria. 1951. Algae symbiosis in oxidation ponds; part I: Growth characteristics of Euglena Gracilis cultured in sewage. Sewage and Industrial Wastes. Champaign, Ill, 23(1):1337-1355, Nov.
28. LUDWIG, Russel G. 1972. Lagoas de estabilização: parâmetros de projeto, Saneamento, Rio de Janeiro, 26(44):22-38, Abr/Set.
29. MAGALHÃES, A.P.T. 1986. Biogás, um projeto de saneamento urbano. Nobel, 120p.
30. MARAIS, Gerrit V.R. 1974. Faecal bacterial kinetics in stabilization ponds. Journal of the Environmental Engineering Division. New York, 100(1):119-39, Feb.
31. MARA, D.D. 1983. Sewage treatment in hot climates. Chichester, John Wiley, 168p.
32. _____. Waste stabilization ponds: problems and controversies. Water Quality International, (1):20-22.
33. MARA, D.D. & PEARSON, H.W. 1987. Waste stabilization ponds: design manual for Mediterranean Europe.

44. OSWALD, W.J.; GOTAAS, H.B.; LUDWIG, H.F. & LYNCH, Victoria. 1951. Algae symbiosis in oxidation ponds, part II: Growth characteristics of *Chlorella Pyrenoidosa* cultured in sewage. *Sewage and Industrial Wastes*. Champaign, III, 25 (1):26-37, Jan.
45. PANO, Abraham & MIDDLEBROOKS, E.J. 1982. Ammonia nitrogen removal in facultative wastewater stabilization ponds. *Journal of the Water Pollution Control Federation*. Washington, 54(4):344-351, Apr.
46. PARKER, C.D. 1962. Microbiological aspects of lagoon treatment. *Journal of the Water Pollution Control Federation*. Washington, 34(2):149-161, Feb.
47. PEARSON, H.W. 1987. Application of algae in sewage treatment processes. In: *Microbial Technology in the Developing World*. Ed.: E.J.Dasilva and Others, pp. 260-288. Oxford: Oxford University Press.
48. PEARSON, H.W.; MARA, D.D.; MILLS, S. & SMALLMAN, D.J. 1987. Factors determining algal population in waste stabilization ponds and the influence of algae on pond performance. *Water Science and Technology*, 19(12):131-140.
49. PEARSON, H.W.; MARA, D.D.; THOMPSON, W. & MAEER, S.P. 1987. Studies on high altitude waste stabilization ponds in Peru. *Water Science and Technology*, 19(12):349-353.
50. PIPES, Wesley O. 1962. pH variation and bod removal in stabilization ponds. *Journal Water Pollution Control Federation*, Washington, 34(11):1140-1150, Nov.
51. PELCZAR, M.; REID, R. & CHAN, E.C.S. 1980. *Microbiologia*. Vol. I e II, ed. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo.
52. POLPRASERT, C. et alli, 1983. Bacterial die-off Kinetics in waste stabilization ponds. *Journal of the Water Pollution Control Federation*. Washington, 55(3):285-296, Mar.
53. RUARO, J.J. 1984. Tratamento secundário destituído de sedimentação primária. In: *Semana de Debates sobre Tratamento de Efluentes da Indústria de Peles e Couros*, de 19 a 23/03/84, Estância Velha-RS.

54. SAWYER, C.N. & McCARTY; P.L. 1967. Chemistry for Sanitary Engineers. 2ed. McGraw-Hill, 518p.
55. SHIMADA, Paulo; BIDONE, Francisco R.A. & ALMEIDA FILHO, Manuel de. 1987. Estudo de lagoas de estabilização para tratamento de esgoto doméstico na região Centro-Oeste. Revista DAE, nº 150:p.268-274, Dez.
56. SILVA, Salomão A. 1984. Depuração de efluentes urbanos em lagoas de estabilização aeróbia e anaeróbia. In: Semana de Debates sobre Tratamento de Efluentes da Indústria de Peles e Couros, de 19 a 23/03/84, Estância Velha-RS.
57. SILVA, Salomão A. 1988. Influência da carga orgânica na concentração de algas em lagoas de estabilização tratamento de esgotos domésticos no Nordeste do Brasil. In: Coleção de Trabalhos Técnicos resultantes das Pesquisas realizadas na Extrabes.
58. SILVA, S.A. & MARA, D.D. 1979. Tratamentos biológicos de águas residuárias: lagoas de estabilização. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro (ISBN 85-7022-001-4).
59. SOBRINHO, Pedro Alem. 1983. Disposição e/ou estocagem de lodos digeridos em lagoas. Possibilidades de utilização das lagoas de Barueri. Revista DAE, Nº 134, p. 98-112, Set.
60. UHLMANN, Dietrich. et alii. 1983. A new design procedure for waste stabilization ponds. Journal of the Water Pollution Control Federation. Washington, 55(10):1252-1255, Oct.
61. VICTORETTI, B.A. 1973. Contribuição ao emprego de lagoas de estabilização como processo para depuração de esgotos domésticos. CETESB.

..... CAPÍTULO VIII

ANEXO - LAUDOS DAS ANÁLISES REALIZADAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRAULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq								!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS								!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELotas / RS								!
! DATA DA COLETA: 29/01/90				! TEMPO: SOL INTENSO				!
! HORA: 14:00 (1)				! RESP. COLETA: José Francisco				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!	
! VAZÃO	! l/s	! 18,0	! 18,0	! 18,0	! 18,0	! 18,0	!	
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 37,0	! 37,0	! 37,0	! 37,0	! 37,0	!	
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 37,0	! 34,0	! 32,0	! 32,0	! 34,0	!	
! pH		! 7,6	! 7,2	! 7,7	! 8,1	! 8,0	!	
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 7000,0	! 6000,0	! 6000,0	! 6500,0	! 6900,0	!	
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO3	! 357,0	! 684,0	! 613,0	! 653,0	! 674,0	!	
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3558	! 2820	! 2742	! 2790	! 3050	!	
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 192	! 110	! 2	! 84	! 44	!	
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3366	! 2710	! 2740	! 2706	! 3006	!	
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O2	! 0,8	! 1,0	! 1,5	! 1,5	! 1,7	!	
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O2	! 885,0	! 315,0	! 298,0	! 270,0	! 230,0	!	
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O2	! 1840,0	! 1309,0	! 477,0	! 625,0	! 588,0	!	
! NITRATO	! mg/l	! ND	! 0,02	! 0,01	! ND	! 0,04	!	
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 1,38	! 3,83	! 2,24	! 3,25	! 0,92	!	
! SULFATO	! mg/l	! 373	! 238	! 270	! 428	! 366	!	
! SULFETO	! mg/l	! 0,8	! 34,8	! 11,3	! 3,2	! ND	!	
! CLORETO	! mg/l	! 833,0	! 822,0	! 791,0	! 822,0	! 900,0	!	
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 7,407	! 1,016	! 0,538	! ND	! ND	!	
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	!	!	!	!	!	!	
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	!	!	!	!	!	!	

“ OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA ”

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							
! DATA DA COLETA: 29/01/90							
! HORA: 22:00 (2)							
! TEMPO: BOM							
! RESP. COLETA: José Francisco							
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 18,0	! 18,0	! 18,0	! 18,0	! 18,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 27,0	! 27,0	! 27,0	! 27,0	! 27,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 31,0	! 32,0	! 36,5	! 31,0	! 31,0	!
! pH		! 7,8	! 7,3	! 7,2	! 7,9	! 8,0	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 5700,0	! 6100,0	! 7000,0	! 6000,0	! 6200,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 674,0	! 368,0	! 704,0	! 673,0	! 694,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3866	! 3148	! 2992	! 2756	! 3044	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 560	! 288	! 100	! 8	! 42	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3306	! 2860	! 2892	! 2748	! 3002	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 2,4	! 1,1	! 0,8	! 2,0	! 1,8	!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 673,0	! 394,0	! 308,0	! 260,0	! 206,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 2088,0	! 1550,0	! 782,0	! 781,0	! 1116,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,14	! 0,06	! 0,09	! 0,15	! 0,03	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 5,27	! 3,12	! 2,46	! 1,28	! 1,05	!
! SULFATO	! mg/l	! 329	! 375	! 190	! 236	! 232	!
! SULFETO	! mg/l	! 10,5	! 12,1	! 2,4	! 0,8	! ND	!
! CLORETO	! mg/l	! 797,0	! 745,0	! 848,0	! 843,0	! 792,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 9,379	! 2,250	! 0,617	! 0,139	! ND	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	!	!	!	!	!	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	!	!	!	!	!	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE À AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 30/01/90			TEMPO: 80M				!
! HORA: 06:00 (3)			RESP. COLETA: José Francisco				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 45,0	! 45,0	! 45,0	! 45,0	! 45,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 26,0	! 26,0	! 26,0	! 26,0	! 26,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 37,0	! 31,5	! 30,0	! 29,5	! 29,5	!
! pH	!	! 7,0	! 7,2	! 7,6	! 7,8	! 7,9	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 7500,0	! 6000,0	! 5700,0	! 5200,0	! 6000,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 317,0	! 673,0	! 653,0	! 684,0	! 592,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3126	! 2946	! 2824	! 2980	! 3592	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 56	! 104	! 2	! 88	! 236	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3070	! 2842	! 2822	! 2892	! 3356	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 0,8	! 1,0	! 1,2	! 1,1	! 1,1	!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 557,0	! 317,0	! 218,0	! 245,0	! 202,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1360,0	! 1207,0	! 1137,0	! 1087,0	! 426,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,15	! 0,10	! 0,05	! 0,17	! 0,14	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 3,70	! 2,98	! 1,77	! 1,73	! 1,12	!
! SULFATO	! mg/l	! 668	! 254	! 225	! 227	! 333	!
! SULFETO	! mg/l	! 11,3	! 27,5	! 10,5	! 7,3	! 0,8	!
! CLORETO	! mg/l	! 894,0	! 822,0	! 792,0	! 786,0	! 869,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 9,618	! 1,912	! 0,677	! ND	! ND	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NFM/100ml	!	!	!	!	!	!
! COLIFORMES FECAIS	! NFM/100ml	!	!	!	!	!	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq						
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS						
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS						
! DATA DA COLETA: 30/01/90			! TEMPO: SOL INTENSO			
! HORA: 14:00 (4)			! RESP. COLETA: José Francisco			
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5
! VAZÃO	! l/s	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 39,0	! 39,0	! 39,0	! 39,0	! 39,0
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 39,0	! 34,0	! 33,0	! 33,0	! 32,0
! pH		! 7,5	! 7,3	! 7,7	! 8,0	! 8,1
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 6800,0	! 6500,0	! 6300,0	! 6600,0	! 6500,0
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 204,0	! 663,0	! 714,0	! 684,0	! 735,0
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2586	! 2939	! 2794	! 2784	! 2994
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 90	! 155	! 56	! 38	! 70
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2496	! 2784	! 2738	! 2746	! 2924
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 0,9	! 1,1	! 1,1	! 1,5	! 1,8
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 351,0	! 355,0	! 262,0	! 216,0	! 178,0
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1281,0	! 968,0	! 1414,0	! 806,0	! 735,0
! NITRATO	! mg/l	! 0,04	! 0,07	! 0,12	! 0,10	! 0,14
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 2,44	! 3,30	! 2,40	! 2,54	! 0,70
! SULFATO	! mg/l	! 389	! 474	! 301	! 261	! 265
! SULFETO	! mg/l	! 1,6	! 20,2	! 8,1	! 3,2	! ND
! CLORETO	! mg/l	! 676,0	! 838,0	! 770,0	! 801,0	! 890,0
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 5,914	! 2,071	! 0,657	! 0,518	! 0,697
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml					
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml					

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq								!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS								!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS								!
! DATA DA COLETA: 15/02/90				TEMPO: CHUVOSO				!
! HORA: 10:00 (1)				RESP. COLETA: José Francisco e Antônio				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!	
! VAZÃO	! l/s	! 87,0	! 87,0	! 87,0	! 87,0	! 87,0	!	
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 22,5	! 22,5	! 22,5	! 22,5	! 22,5	!	
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 31,5	! 25,0	! 23,0	! 23,0	! 23,0	!	
! pH		! 6,5	! 7,1	! 7,7	! 7,7	! 7,7	!	
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 5000,0	! 4450,0	! 4200,0	! 4100,0	! 4000,0	!	
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 127,0	! 476,0	! 508,0	! 572,0	! 561,0	!	
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2934	! 2776	! 2624	! 2700	! 2546	!	
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 156	! 60	! 62	! 84	! 18	!	
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2778	! 2716	! 2562	! 2616	! 2528	!	
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 1,3	! 1,0	! 1,0	! 1,0	! 1,5	!	
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 623,0	! 340,0	! 356,0	! 365,0	! 394,0	!	
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1360,0	! 1118,0	! 946,0	! 685,0	! 510,0	!	
! NITRATO	! mg/l	! 0,12	! 0,08	! 0,14	! 0,07	! 0,10	!	
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 1,44	! 0,32	! 0,21	! 0,25	! 0,30	!	
! SULFATO	! mg/l	! 429	! 121	! 79	! 47	! 39	!	
! SULFETO	! mg/l	! 2,6	! 11,9	! 2,6	! ND	! ND	!	
! CLORETO	! mg/l	! 169,0	! 467,0	! 476,0	! 497,0	! 614,0	!	
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 4,301	! 1,513	! 0,498	! 0,139	! ND	!	
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 1,3 E 06				! 2,3 E 05	!	
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 3,3 E 05				! 7,9 E 04	!	

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 15/02/90							!
! HORA: 18:00 (2)							!
! TEMPO: CHUVOSO							!
! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio							!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 87,0	! 87,0	! 87,0	! 87,0	! 87,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 23,5	! 23,5	! 23,5	! 23,5	! 23,5	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 30,0	! 25,0	! 24,0	! 23,0	! 22,5	!
! pH	!	! 7,0	! 7,2	! 7,8	! 7,8	! 7,8	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 4000,0	! 4500,0	! 4300,0	! 4100,0	! 3900,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 169,0	! 487,0	! 476,0	! 497,0	! 614,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2476	! 2678	! 2508	! 2508	! 2442	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 244	! 76	! 72	! 120	! 100	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2232	! 2602	! 2436	! 2388	! 2342	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 0,7	! 0,8	! 1,8	! 2,0	! 2,1	!
! DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 846,0	! 585,0	! 490,0	! 374,0	! 423,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1478,0	! 1020,0	! 785,0	! 495,0	! 613,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,10	! 0,11	! 0,03	! 0,10	! 0,06	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 1,35	! 1,42	! 1,44	! 1,33	! 1,52	!
! SULFATO	! mg/l	! 282	! 134	! 86	! 42	! 76	!
! SULFETO	! mg/l	! 6,8	! 11,9	! 0,9	! ND	! ND	!
! CLORETO	! mg/l	! 510,0	! 698,0	! 682,0	! 682,0	! 643,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 9,598	! 1,274	! 0,617	! 0,418	! 0,199	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 1,3 E 07	!	!	!	! 3,3 E 05	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 1,7 E 06	!	!	!	! 2,3 E 04	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							
! 2. LOCAL DE COLETA: PELotas / RS							
! DATA DA COLETA: 16/02/90				! TEMPO: CHUVOSO			
! HORA: 02:00 (3)				! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio			
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 87,0	! 87,0	! 87,0	! 87,0	! 87,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 22,0	! 22,0	! 22,0	! 22,0	! 22,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 29,0	! 24,0	! 24,0	! 22,0	! 22,0	!
! pH		! 7,2	! 7,2	! 7,7	! 7,4	! 7,7	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 4300,0	! 4300,0	! 4100,0	! 4000,0	! 3900,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 212,0	! 434,0	! 487,0	! 529,0	! 582,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3578	! 2586	! 2490	! 2468	! 2410	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 1364	! 58	! 2	! 20	! 92	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2214	! 2528	! 2488	! 2448	! 2318	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 0,8	! 0,9	! 1,1	! 1,0	! 2,0	!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 520,0	! 380,0	! 322,0	! 280,0	! 270,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 2211,0	! 1288,0	! 1073,0	! 557,0	! 284,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,36	! 0,07	! 0,20	! 0,16	! 0,20	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 4,94	! 1,26	! 1,22	! 1,16	! 0,09	!
! SULFATO	! mg/l	! 394	! 242	! 149	! 107	! 92	!
! SULFETO	! mg/l	! 7,7	! 17,8	! 3,5	! ND	! ND	!
! CLORETO	! mg/l	! 527,0	! 721,0	! 688,0	! 676,0	! 643,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 12,326	! 1,692	! 0,776	! 0,318	! ND	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 3,3 E 07				! 3,3 E 05	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 7,9 E 06				! 7,9 E 04	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq								!
! ENDERÇO: PORTO ALEGRE / RS								!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS								!
! DATA DA COLETA: 16/02/90								!
! HORA: 10:00 (4)								!
! TEMPO: CHUVOSO								!
! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio								!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!	
! VAZÃO	! l/s	! 52,5	! 52,5	! 52,5	! 52,5	! 52,5	!	
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 23,0	! 23,0	! 23,0	! 23,0	! 23,0	!	
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 29,0	! 24,5	! 23,0	! 23,0	! 23,0	!	
! pH		! 6,3	! 7,2	! 7,7	! 7,7	! 7,8	!	
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 5500,0	! 4350,0	! 4200,0	! 4050,0	! 3900,0	!	
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 296,0	! 434,0	! 529,0	! 529,0	! 487,0	!	
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 7020	! 2582	! 2572	! 2444	! 2430	!	
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 2576	! 6	! 64	! 4	! 90	!	
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 4444	! 2576	! 2508	! 2440	! 2340	!	
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 0,8	! 0,9	! 0,6	! 1,3	! 1,9	!	
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 986,0	! 355,0	! 326,0	! 290,0	! 215,0	!	
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 3120,0	! 1972,0	! 1583,0	! 1126,0	! 585,0	!	
! NITRATO	! mg/l	! 0,21	! 0,10	! 0,10	! 0,09	! 0,18	!	
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 1,14	! 1,09	! 1,05	! 1,27	! 0,99	!	
! SULFATO	! mg/l	! 330	! 250	! 140	! 109	! 83	!	
! SULFETO	! mg/l	! 23,8	! 7,7	! 2,6	! 9,4	! 0,9	!	
! CLORETO	! mg/l	! 749,0	! 654,0	! 693,0	! 638,0	! 643,0	!	
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 16,806	! 1,971	! 0,557	! 0,219	! ND	!	
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 7,0 E 06	! 2,2 E 05		! 4,9 E 05	! 7,9 E 04	!	
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 9,4 E 05	! 1,1 E 05		! 7,9 E 04	! 7,9 E 04	!	

!! OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq								!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS								!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS								!
! DATA DA COLETA: 14/03/90				! TEMPO: NUBLADO				!
! HORA: 12:00 (1)				! RESP. COLETA: José Francisco e Jovir				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!	
! VAZÃO	! l/s	! 46,5	! 46,5	! 46,5	! 46,5	! 46,5	!	
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 25,0	! 25,0	! 25,0	! 25,0	! 25,0	!	
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 33,0	! 27,0	! 25,5	! 24,5	! 24,0	!	
! pH		! 7,1	! 7,0	! 7,4	! 7,5	! 7,6	!	
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 4850,0	! 4800,0	! 4650,0	! 4400,0	! 4150,0	!	
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 340,0	! 500,0	! 490,0	! 480,0	! 500,0	!	
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3015	! 3010	! 3081	! 2990	! 2486	!	
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 567	! 419	! 448	! 243	! 108	!	
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2448	! 2591	! 2633	! 2747	! 2378	!	
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 2,1	! 2,5	! 2,6	! 2,5	! 2,4	!	
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 836,0	! 457,0	! 382,0	! 302,0	! 281,0	!	
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1722,0	! 1077,0	! 708,0	! 526,0	! 483,0	!	
! NITRATO	! mg/l	! 0,21	! 0,20	! 0,18	! 0,21	! 0,19	!	
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 6,29	! 0,98	! 2,22	! 0,57	! 0,74	!	
! SULFATO	! mg/l	! 557	! 447	! 408	! 389	! 182	!	
! SULFETO	! mg/l	! 10,5	! 23,8	! 7,3	! 7,5	! ND	!	
! CLORETO	! mg/l	! 628,0	! 693,0	! 693,0	! 675,0	! 656,0	!	
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 7,546	! 0,996	! 0,199	! 0,099	! ND	!	
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 08				! 2,4 E 06	!	
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 07				! 2,4 E 05	!	

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 14/03/90			! TEMPO: NUBLADO				!
! HORA: 20:00 (2)			! RESP. COLETA: José Francisco e Jovir				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 46,5	! 46,5	! 46,5	! 46,5	! 46,5	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 24,0	! 24,0	! 24,0	! 24,0	! 24,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 32,0	! 26,5	! 24,5	! 24,0	! 24,0	!
! pH		! 6,9	! 7,0	! 7,4	! 7,6	! 7,9	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 5100,0	! 4600,0	! 4450,0	! 4300,0	! 4000,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 342,0	! 427,0	! 534,0	! 502,0	! 534,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3058	! 2936	! 2561	! 2828	! 3063	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 500	! 494	! 135	! 803	! 834	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2558	! 2442	! 2426	! 2025	! 2229	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 1,8	! 2,5	! 2,5	! 2,4	! 2,3	!
! DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 800,0	! 409,0	! 363,0	! 306,0	! 247,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1022,0	! 562,0	! 497,0	! 412,0	! 301,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,22	! 0,20	! 0,19	! 0,18	! 0,21	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 6,14	! 2,16	! 0,64	! 1,41	! 0,39	!
! SULFATO	! mg/l	! 408	! 379	! 396	! 406	! 371	!
! SULFETO	! mg/l	! 7,7	! 11,3	! 10,5	! ND	! 0,8	!
! CLORETO	! mg/l	! 624,0	! 716,0	! 661,0	! 647,0	! 647,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 9,100	! 1,314	! 0,299	! 0,119	! ND	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 09				! 2,3 E 07	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 4,6 E 08				! 2,3 E 06	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							
ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							
2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							
DATA DA COLETA: 15/03/90				TEMPO: CHUVOSO			
HORA: 04:00 (3)				RESP. COLETA: José Francisco e Jovir			
PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5	
VAZÃO	l/s	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	
TEMPERATURA DO AR	°C	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	32,0	25,0	24,0	23,0	22,5	
pH		7,0	7,1	7,4	7,5	7,9	
CONDUTIVIDADE	umho/cm	4900,0	4500,0	4400,0	4300,0	4000,0	
ALCALINIDADE	mg/l CaCO ₃	320,0	491,0	481,0	502,0	513,0	
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	3009	2764	2960	3035	3078	
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	302	236	220	488	354	
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	2707	2528	2732	2547	2724	
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l O ₂	1,8	2,2	2,1	2,0	1,9	
DEMANDA BIOCQUÍMICA DE OXIGÊNIO	mg/l O ₂	782,0	350,0	304,0	280,0	262,0	
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	mg/l O ₂	1533,0	805,0	623,0	560,0	333,0	
NITRATO	mg/l	0,23	0,18	0,19	0,29	0,20	
FOSFATO TOTAL	mg/l	6,99	2,14	0,75	1,89	1,41	
SULFATO	mg/l	313	322	375	371	326	
SULFETO	mg/l	2,6	19,7	6,6	0,8	1,6	
CLORETO	mg/l	739,0	712,0	670,0	712,0	666,0	
CROMO TOTAL	mg/l	13,222	1,234	0,318	0,119	ND	
COLIFORMES TOTAIS	NFM/100ml	4,6 E 09	4,3 E 07	9,3 E 06	4,6 E 06	4,6 E 06	
COLIFORMES FECAIS	NFM/100ml	2,4 E 09	4,3 E 06	4,3 E 06	2,4 E 06	2,4 E 05	

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
• SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 15/03/90			TEMPO: BOM				!
! HORA: 12:00 (4)			RESP. COLETA: José Francisco e Jovir				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 45,0	! 45,0	! 45,0	! 45,0	! 45,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 26,0	! 26,0	! 26,0	! 26,0	! 26,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 34,0	! 27,5	! 26,0	! 26,0	! 25,5	!
! pH		! 6,9	! 6,9	! 7,2	! 7,7	! 7,9	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 4400,0	! 4550,0	! 4500,0	! 4350,0	! 4100,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 363,0	! 481,0	! 513,0	! 491,0	! 513,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3021	! 3012	! 2912	! 3016	! 2413	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 578	! 622	! 400	! 575	! 191	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2443	! 2390	! 2512	! 2441	! 2222	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 2,3	! 2,6	! 2,6	! 1,3	! 1,3	!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 648,0	! 317,0	! 300,0	! 291,0	! 230,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1755,0	! 975,0	! 605,0	! 448,0	! 319,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,20	! 0,21	! 0,19	! 0,21	! 0,20	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 3,04	! 1,39	! 0,59	! 2,14	! 1,09	!
! SULFATO	! mg/l	! 382	! 394	! 389	! 361	! 345	!
! SULFETO	! mg/l	! 12,1	! 13,7	! 2,6	! 3,2	! ND	!
! CLORETO	! mg/l	! 694,0	! 712,0	! 736,0	! 668,0	! 628,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 10,673	! 1,991	! 0,538	! 0,139	! 0,040	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 4,6 E 09				! 2,4 E 06	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 4,6 E 08				! 2,4 E 05	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							
! 2. LOCAL DE COLETA: PELotas / RS							
! DATA DA COLETA: 18/04/90				! TEMPO: BOM			
! HORA: 16:00 (1)				! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio			
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 20,0	! 20,0	! 20,0	! 20,0	! 20,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 29,0	! 22,0	! 20,0	! 20,0	! 19,5	!
! pH	!	!	!	!	!	!	!
! CONDUTIVIDADE	! unho/cm	! 7500,0	! 6000,0	! 5500,0	! 5100,0	! 4900,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 419,0	! 314,0	! 628,0	! 419,0	! 523,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 5545	! 3804	! 3865	! 3450	! 2968	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 1515	! 282	! 508	! 470	! 395	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 4030	! 3522	! 3357	! 2980	! 2573	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	!	!	!	!	!	!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1080,0	! 420,0	! 430,0	! 230,0	! 220,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 2093,0	! 771,0	! 679,0	! 490,0	! 444,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,10	! 0,07	! 0,09	! 0,10	! 0,11	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 3,08	! 2,57	! 0,86	! 1,48	! 1,33	!
! SULFATO	! mg/l	! 799	! 464	! 406	! 394	! 265	!
! SULFETO	! mg/l	! 23,2	! 18,3	! 15,8	! 10,9	! 3,6	!
! CLORETO	! mg/l	! 1969,0	! 959,0	! 1161,0	! 1287,0	! 1035,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 16,348	! 1,712	! 0,159	! 0,498	! 0,119	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 4,6 E 09	!	!	!	! 4,6 E 04	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 06	!	!	!	! 2,4 E 04	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq								!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS								!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS								!
! DATA DA COLETA: 18/04/90				! TEMPO: BOM				!
! HORA: 24:00 (2)				! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!	
! VAZÃO	! l/s	! 30,3	! 30,3	! 30,3	! 30,3	! 30,3	!	
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 15,0	! 15,0	! 15,0	! 15,0	! 15,0	!	
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 27,0	! 20,0	! 18,0	! 18,0	! 18,0	!	
! pH							!	
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 7500,0	! 6000,0	! 5100,0	! 4900,0	! 4500,0	!	
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 209,0	! 419,0	! 523,0	! 628,0	! 419,0	!	
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 5217	! 3912	! 3736	! 3514	! 2891	!	
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 1198	! 594	! 536	! 536	! 299	!	
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 4019	! 3318	! 3200	! 2978	! 2592	!	
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂						!	
! DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 920,0	! 530,0	! 330,0	! 240,0	! 150,0	!	
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1755,0	! 825,0	! 660,0	! 690,0	! 538,0	!	
! NITRATO	! mg/l	! 0,06	! 0,11	! 0,09	! 0,10	! 0,11	!	
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 4,80	! 1,27	! 1,54	! 1,66	! 0,23	!	
! SULFATO	! mg/l	! 673	! 404	! 389	! 401	! 404	!	
! SULFETO	! mg/l	! 9,3	! 24,4	! 26,5	! 15,0	! 6,0	!	
! CLORETO	! mg/l	! 2070,0	! 1035,0	! 1212,0	! 1413,0	! 1464,0	!	
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 16,169	! 1,254	! 0,577	! 0,358	! 0,159	!	
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 06				! 4,6 E 06	!	
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 05				! 4,6 E 04	!	

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRAULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 19/04/90			TEMPO: 80M				!
! HORA: 08:00 (3)			RESP. COLETA: José Francisco e Antônio				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 30,3	! 30,3	! 30,3	! 30,3	! 30,3	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 15,5	! 15,5	! 15,5	! 15,5	! 15,5	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 27,0	! 20,0	! 18,0	! 17,5	! 17,0	!
! pH							!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 6000,0	! 6000,0	! 5200,0	! 5000,0	! 4350,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 314,0	! 419,0	! 523,0	! 523,0	! 419,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3922	! 3831	! 3602	! 3289	! 3106	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 759	! 386	! 217	! 239	! 609	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3163	! 3445	! 3385	! 3050	! 2577	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂						!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 820,0	! 420,0	! 287,0	! 230,0	! 125,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 2193,0	! 756,0	! 909,0	! 697,0	! 440,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,08	! 0,08	! 0,09	! 0,11	! 0,14	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 2,42	! 0,75	! 0,97	! 1,81	! 0,25	!
! SULFATO	! mg/l	! 578	! 329	! 361	! 382	! 368	!
! SULFETO	! mg/l	! 5,7	! 21,3	! 28,7	! 25,4	! 5,7	!
! CLORETO	! mg/l	! 1716,0	! 1085,0	! 1136,0	! 1338,0	! 1363,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 14,974	! 2,589	! 1,175	! 0,896	! 0,040	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 4,6 E 06	! 2,4 E 07	! 4,6 E 06	! 2,4 E 06	! 2,4 E 05	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 06	! 4,3 E 05	! 4,3 E 05	! 4,6 E 04	! 2,4 E 04	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 19/04/90			! TEMPO: BOM				!
! HORA: 16:00 (4)			! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 30,3	! 30,3	! 30,3	! 30,3	! 30,3	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 22,0	! 22,0	! 22,0	! 22,0	! 22,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 28,0	! 23,0	! 21,5	! 20,0	! 20,0	!
! pH							!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 6200,0	! 6000,0	! 5600,0	! 4800,0	! 4700,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 419,0	! 523,0	! 628,0	! 419,0	! 523,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3646	! 3240	! 3896	! 3729	! 2880	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 583	! 202	! 572	! 781	! 246	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3063	! 3038	! 3324	! 2948	! 2634	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂						!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 320,0	! 420,0	! 280,0	! 190,0	! 130,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1272,0	! 814,0	! 642,0	! 501,0	! 323,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,10	! 0,09	! 0,11	! 0,12	! 0,13	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 1,14	! 1,05	! 0,61	! 1,20	! 1,39	!
! SULFATO	! mg/l	! 630	! 404	! 399	! 380	! 370	!
! SULFETO	! mg/l	! 7,4	! 16,4	! 13,1	! 14,9	! 4,7	!
! CLORETO	! mg/l	! 1742,0	! 1136,0	! 1213,0	! 1388,0	! 1212,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 7,049	! 1,234	! 1,454	! 0,299	! ND	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 07				! 2,3 E 05	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 06				! 4,6 E 04	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 23/05/90			! TEMPO: 80M				!
! HORA: 10:00 (1)			! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 14,0	! 14,0	! 14,0	! 14,0	! 14,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 17,0	! 15,0	! 14,5	! 14,0	! 13,0	!
! pH		! 7,4	! 7,5	! 8,0	! 8,1	! 8,4	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 5500,0	! 4000,0	! 5000,0	! 5000,0	! 4800,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 539,0	! 519,0	! 643,0	! 674,0	! 726,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 6372	! 4537	! 4208	! 3744	! 3507	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 1741	! 318	! 739	! 435	! 441	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 4631	! 4219	! 3469	! 3309	! 3066	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 1,7	! 1,9	! 3,0	! 2,7	! 2,0	!
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1000,0	! 500,0	! 420,0	! 320,0	! 210,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1678,0	! 854,0	! 785,0	! 403,0	! 260,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,02	! ND	! 0,21	! ND	! 0,80	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 2,04	! 3,39	! 1,58	! 1,20	! 1,58	!
! SULFATO	! mg/l	! 472	! 450	! 447	! 378	! 340	!
! SULFETO	! mg/l	! 19,7	! 21,3	! 6,6	! 10,6	! 3,3	!
! CLORETO	! mg/l	! 1086,0	! 1062,0	! 1067,0	! 1019,0	! 951,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 2,330	! 2,031	! 1,334	! 0,657	! 0,040	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 1,1 E 08	!	!	!	! 2,4 E 06	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 07	!	!	!	! 9,3 E 05	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq						
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS						
! 2. LOCAL DE COLETA: PELotas / RS						
! DATA DA COLETA: 23/05/90			! TEMPO: 30M			
! HORA: 18:00 (2)			! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio			
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5
! VAZÃO	! l/s	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 15,0	! 15,0	! 15,0	! 15,0	! 15,0
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 23,5	! 16,5	! 14,5	! 14,0	! 14,0
! pH		! 7,7	! 7,5	! 7,9	! 8,2	! 8,5
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 7500,0	! 5500,0	! 5000,0	! 5000,0	! 5000,0
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO3	! 228,0	! 550,0	! 570,0	! 612,0	! 695,0
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3272	! 2836	! 2446	! 2303	! 2195
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 550	! 447	! 341	! 177	! 426
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2722	! 2389	! 2105	! 2126	! 1769
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O2	! 2,3	! 2,5	! 2,3	! 2,4	! 2,2
! DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O2	! 840,0	! 560,0	! 458,0	! 320,0	! 230,0
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O2	! 1481,0	! 1010,0	! 850,0	! 828,0	! 583,0
! NITRATO	! mg/l	! 1,00	! 1,21	! 0,80	! 1,43	! 0,90
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 3,19	! 3,33	! 1,37	! 1,41	! 1,33
! SULFATO	! mg/l	! 676	! 416	! 448	! 380	! 382
! SULFETO	! mg/l	! 9,0	! 15,6	! 11,5	! 9,8	! 3,3
! CLORETO	! mg/l	! 1368,0	! 1130,0	! 1072,0	! 1009,0	! 1014,0
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 11,927	! 2,748	! 1,175	! 0,577	! ND
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 07	!	!	!	! 4,6 E 04
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 4,3 E 06	!	!	!	! 9,3 E 03

“ OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA ”

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							!
! DATA DA COLETA: 24/05/90							!
! HORA: 02:00 (3)							!
! TEMPO: BOM							!
! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio							!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 31,5	! 31,5	! 31,5	! 31,5	! 31,5	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 6,0	! 6,0	! 6,0	! 6,0	! 6,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 20,5	! 15,0	! 12,7	! 11,8	! 11,0	!
! pH	!	! 7,3	! 7,4	! 7,7	! 8,3	! 8,7	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 7200,0	! 5200,0	! 5000,0	! 4900,0	! 4500,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 155,0	! 446,0	! 622,0	! 653,0	! 705,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 4566	! 2909	! 2515	! 2300	! 2150	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 974	! 342	! 666	! 403	! 207	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3592	! 2567	! 1849	! 1897	! 1943	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 2,2	! 2,5	! 2,8	! 2,4	! 2,1	!
! DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1200,0	! 560,0	! 440,0	! 310,0	! 250,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1767,0	! 929,0	! 886,0	! 715,0	! 588,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,21	! 0,02	! 0,60	! 0,80	! 1,00	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 4,01	! 1,87	! 1,33	! 1,01	! 1,03	!
! SULFATO	! mg/l	! 394	! 358	! 368	! 382	! 336	!
! SULFETO	! mg/l	! 2,4	! 13,7	! 9,6	! 7,2	! ND	!
! CLORETO	! mg/l	! 1416,0	! 1164,0	! 1091,0	! 1019,0	! 989,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	! 15,472	! 0,816	! 0,279	! 0,498	! 0,099	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 2,4 E 07	!	!	!	! 4,3 E 04	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 4,3 E 06	!	!	!	! 9,3 E 03	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq						
ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS						
2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS						
DATA DA COLETA: 24/05/90			TEMPO: BOM			
HORA: 10:00 (4)			RESP. COLETA: José Francisco e Antônio			
PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5
VAZÃO	l/s	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
TEMPERATURA DO AR	°C	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	22,0	18,0	15,6	14,0	14,0
pH		8,3	7,5	7,9	8,1	8,4
CONDUTIVIDADE	umho/cm	7500,0	5700,0	5100,0	5000,0	4900,0
ALCALINIDADE	mg/l CaCO ₃	301,0	446,0	550,0	643,0	664,0
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	5077	4005	3712	3548	2802
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	686	491	399	349	189
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	4391	3514	3313	3199	2613
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l O ₂	2,0	1,9	2,4	2,2	1,9
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGÊNIO	mg/l O ₂	760,0	570,0	480,0	350,0	330,0
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	mg/l O ₂	1610,0	1286,0	764,0	657,0	628,0
NITRATO	mg/l	0,80	0,90	0,80	0,31	0,50
FOSFATO TOTAL	mg/l	1,56	2,69	1,09	1,35	1,05
SULFATO	mg/l	588	396	420	310	290
SULFETO	mg/l	7,2	13,7	12,0	12,0	9,6
CLORETO	mg/l	1392,0	1140,0	1067,0	1004,0	941,0
CROMO TOTAL	mg/l	8,363	5,197	1,354	0,119	0,717
COLIFORMES TOTAIS	NPM/100ml	4,3 E 06	2,4 E 07	4,6 E 06	4,6 E 05	4,3 E 04
COLIFORMES FECAIS	NPM/100ml	4,3 E 06	2,4 E 05	2,4 E 04	2,4 E 05	7,5 E 03

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							
! DATA DA COLETA: 19/06/90				! TEMPO: 80M			
! HORA: 10:00 (1)				! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio			
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 13,8	! 13,8	! 13,8	! 13,8	! 13,8	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 18,0	! 18,0	! 18,0	! 18,0	! 18,0	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 20,5	! 16,0	! 15,0	! 14,5	! 14,5	!
! pH	!	! 7,7	! 7,6	! 7,8	! 8,0	! 8,4	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 5500,0	! 5000,0	! 5000,0	! 5000,0	! 4800,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 239,0	! 511,0	! 534,0	! 568,0	! 659,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 4017	! 3321	! 3152	! 2953	! 2588	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 1511	! 144	! 1137	! 315	! 337	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 2506	! 3177	! 2015	! 2638	! 2251	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 2,0	! 2,8	! 3,2	! 2,9	! 2,3	!
! DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 607,0	! 526,0	! 487,0	! 445,0	! 204,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1760,0	! 995,0	! 958,0	! 504,0	! 483,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,09	! 0,04	! 0,01	! 0,09	! 0,02	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 4,61	! 2,85	! 1,01	! 1,35	! 2,67	!
! SULFATO	! mg/l	! 641	! 394	! 303	! 366	! 311	!
! SULFETO	! mg/l	! ND	! 6,6	! ND	! ND	! ND	!
! CLORETO	! mg/l	! 983,0	! 994,0	! 1081,0	! 1121,0	! 1098,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l	!	!	!	!	!	!
! COLIFORMES TOTAIS	! NFM/100ml	! 4,3 E 08	!	!	!	! 2,3 E 05	!
! COLIFORMES FECAIS	! NFM/100ml	! 2,3 E 05	!	!	!	! 2,3 E 02	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							!
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							!
! 2. LOCAL DE COLETA: PELotas / RS							!
! DATA DA COLETA: 19/06/90			! TEMPO: BOM				!
! HORA: 18:00 (2)			! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio				!
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 24,0	! 24,0	! 24,0	! 24,0	! 24,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 12,5	! 12,5	! 12,5	! 12,5	! 12,5	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 16,0	! 15,5	! 14,0	! 13,8	! 13,5	!
! pH		! 7,6	! 7,5	! 7,9	! 8,0	! 8,4	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 4500,0	! 4800,0	! 4900,0	! 4800,0	! 5000,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO3	! 454,0	! 466,0	! 500,0	! 568,0	! 613,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3830	! 2509	! 2321	! 2132	! 2009	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 468	! 175	! 153	! 318	! 118	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3362	! 2334	! 2168	! 1814	! 1891	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O2	! 1,7	! 1,5	! 2,5	! 1,9	! 1,3	!
! DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O2	! 587,0	! 501,0	! 569,0	! 423,0	! 301,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O2	! 1273,0	! 790,0	! 890,0	! 749,0	! 604,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,09	! 0,04	! 0,02	! 0,37	! 0,04	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 1,83	! 2,94	! 1,09	! 1,43	! 0,85	!
! SULFATO	! mg/l	! 518	! 343	! 371	! 328	! 277	!
! SULFETO	! mg/l	! 9,9	! 12,4	! 4,1	! 7,5	! 0,8	!
! CLORETO	! mg/l	! 1029,0	! 1023,0	! 1046,0	! 1116,0	! 1087,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l						!
! COLIFORMES TOTAIS	! NFM/100ml	! 2,3 E 06				! 4,3 E 05	!
! COLIFORMES FECAIS	! NFM/100ml	! 2,3 E 04				! 2,3 E 03	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq						
ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS						
2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS						
DATA DA COLETA: 20/06/90			TEMPO: CHUVOSO			
HORA: 02:00 (3)			RESP. COLETA: José Francisco e Antônio			
PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5
VAZÃO	l/s	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6
TEMPERATURA DO AR	°C	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	22,0	14,0	12,0	12,0	12,0
pH		8,4	7,5	7,8	8,0	8,2
CONDUTIVIDADE	umho/cm	5000,0	4700,0	4750,0	4850,0	4800,0
ALCALINIDADE	mg/l CaCO ₃	250,0	489,0	557,0	568,0	648,0
SÓLIDOS TOTAIS	mg/l	6512	4427	4222	3978	3739
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	mg/l	1959	556	590	379	357
SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	mg/l	4553	3871	3632	3599	3382
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg/l O ₂	1,2	2,6	2,8	1,6	2,2
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	mg/l O ₂	790,0	544,0	458,0	363,0	192,0
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	mg/l O ₂	1550,0	899,0	779,0	628,0	526,0
NITRATO	mg/l	0,37	0,04	0,07	0,17	0,14
FOSFATO TOTAL	mg/l	4,36	1,45	2,20	1,68	1,43
SULFATO	mg/l	482	405	299	342	322
SULFETO	mg/l	ND	13,3	0,8	3,3	0,8
CLORETO	mg/l	1023,0	1069,0	1087,0	1156,0	1133,0
CROMO TOTAL	mg/l					
COLIFORMES TOTAIS	NPM/100ml	2,3 E 06				2,3 E 04
COLIFORMES FECAIS	NPM/100ml	2,3 E 04				2,3 E 03

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
SETOR DE SANEAMENTO-LABORATÓRIO

QUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISE

! 1. INTERESSADO: IPH / UFRGS / CNPq							
! ENDEREÇO: PORTO ALEGRE / RS							
! 2. LOCAL DE COLETA: PELOTAS / RS							
! DATA DA COLETA: 20/06/90				! TEMPO: NUBLADO			
! HORA: 10:00 (4)				! RESP. COLETA: José Francisco e Antônio			
! PARÂMETRO	! UNIDADE	! P1	! P2	! P3	! P4	! P5	!
! VAZÃO	! l/s	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	! 30,0	!
! TEMPERATURA DO AR	! °C	! 9,5	! 9,5	! 9,5	! 9,5	! 9,5	!
! TEMPERATURA DA ÁGUA	! °C	! 20,0	! 14,0	! 12,0	! 11,5	! 11,5	!
! pH		! 9,2	! 7,6	! 8,0	! 8,3	! 8,7	!
! CONDUTIVIDADE	! umho/cm	! 5000,0	! 4900,0	! 4800,0	! 4900,0	! 4850,0	!
! ALCALINIDADE	! mg/l CaCO ₃	! 284,0	! 489,0	! 534,0	! 591,0	! 636,0	!
! SÓLIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3995	! 3781	! 3501	! 3250	! 2925	!
! SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	! mg/l	! 822	! 373	! 614	! 412	! 787	!
! SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS	! mg/l	! 3173	! 3408	! 2887	! 2838	! 2138	!
! OXIGÊNIO DISSOLVIDO	! mg/l O ₂	! 1,1	! 1,4	! 1,5	! 1,1	! 0,9	!
! DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 698,0	! 481,0	! 366,0	! 314,0	! 243,0	!
! DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	! mg/l O ₂	! 1853,0	! 788,0	! 761,0	! 700,0	! 535,0	!
! NITRATO	! mg/l	! 0,31	! 0,18	! 0,01	! 0,09	! 0,07	!
! FOSFATO TOTAL	! mg/l	! 3,04	! 1,33	! 1,54	! 1,62	! 3,06	!
! SULFATO	! mg/l	! 554	! 382	! 334	! 319	! 264	!
! SULFETO	! mg/l	! ND	! 7,5	! ND	! ND	! ND	!
! CLORETO	! mg/l	! 1116,0	! 1092,0	! 1092,0	! 1156,0	! 1121,0	!
! CROMO TOTAL	! mg/l						!
! COLIFORMES TOTAIS	! NPM/100ml	! 2,3 E 06	! 9,3 E 06	! 1,5 E 06	! 4,3 E 05	! 4,3 E 04	!
! COLIFORMES FECAIS	! NPM/100ml	! 4,3 E 04	! 9,3 E 04	! 2,3 E 04	! 2,3 E 03	! 4,3 E 03	!

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE QUADRO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA, SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ENSAIADA E SOMENTE PODERÃO SER PUBLICADOS NA ÍNTEGRA

P1 = AFLUENTE À LAGOA ANAERÓBIA
P2 = EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA
P3 = EFLUENTE DA PRIMEIRA LAGOA FACULTATIVA (F1)
P4 = EFLUENTE DA SEGUNDA LAGOA FACULTATIVA (F2)
P5 = EFLUENTE DA TERCEIRA LAGOA FACULTATIVA (F3)