MURILO PIRES FIORINI

**MUDANÇAS TEMPORAIS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E DAS
CONDIÇÕES ECOLÓGICAS DO EFLUENTE FINAL DA ETE DO MUNICÍPIO
DE CAJATÍ, SP**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos, da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do Título
de Mestre em Hidráulica e Saneamento.

ORIENTADORA: PROFA. TITULAR DRA. MARIA DO CARMO CALIJURI

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço... 21/07/04

Ass.: *Leandro Cousti*

São Carlos
2004

DEDALUS - Acervo - EESC

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Biólogo MURILO PIRES FIORINI

Dissertação defendida e julgada em 25-06-2004 perante a Comissão Julgadora:

Profª. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI** (Orientadora)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) Aprovado

Profª. Dra. **MARIA BERNADETE AMÂNCIO VARESCHE SILVA**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) Aprovado

Profª. Dra. **JANDIRA LIRIA BISCALQUINI TALAMONI**
(UNESP/Campus de Bauru) Aprovado

Profª. Titular **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia (Hidráulica e Saneamento) e
membro com categoria mais elevada da CPG, em exercício.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria do Carmo Calijuri, pela orientação, carinho e contribuição na minha formação como cidadão e pesquisador, assim como pelo incentivo e compreensão nos momentos difíceis.

À Profa. Dra. Jandira L. B. Talamoni, da UNESP de Bauru e à Profa. Dra. Bernadete Varesche pelas dicas e contribuições como bancas examinadoras deste trabalho.

Aos meus pais, irmão e família que se dedicaram e me deram esta oportunidade

Aos companheiros do laboratório BIOTACE: Daniele, Mário, Patrícia, André, Paola, Ana Luisa e Adriana, também ao Carlos, Edson, Gláucio e a Jucélia

Ao CNPq, pela bolsa de estudos.

Ao Departamento de Hidráulica e Saneamento e SABESP (Cajati, SP), pela estrutura fornecida para o desenvolvimento deste trabalho; em especial às secretárias da pós-graduação Pavi, Sá e Rose e ao Célio pelo auxílio que me forneceram, principalmente nos finais de semana na realização das análises químicas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL	5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	6
3.2 LAGOA ANAERÓBIA	8
3.3 LAGOA FACULTATIVA	8
3.4 MUDANÇAS TEMPORAIS DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	9
4. ÁREA DE ESTUDO	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
5.1 FREQUÊNCIA DAS COLETAS E PONTOS AMOSTRAIS	16
5.2 VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS	16
5.2.1 Precipitação	16
5.2.2 Temperatura do Ar.....	16
5.3 VARÁVEIS ABIÓTICAS	17
5.3.1 Material em Suspensão	17
5.3.2 Temperatura da Água	17
5.3.3 Oxigênio Dissolvido.....	17
5.3.4 pH, Alcalinidade e CO ₂	17
5.3.5 Condutividade Elétrica	17
5.3.6 Nutrientes Totais	18
5.3.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ ²⁰)	18
5.4 COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	18
5.4.1 Análise Qualitativa do Fitoplâncton.....	18
5.4.3 Análise Quantitativa do Fitoplâncton	19
6. RESULTADOS	24
6.1 VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS	24
6.1.3 Temperatura do Ar.....	25
6.2 VARIÁVEIS ABIÓTICAS	27
6.2.1 Material em Suspensão Total	27
6.2.2 Temperatura da Água	30
6.2.3 Oxigênio Dissolvido.....	32
6.2.4 Alcalinidade, pH e CO ₂ Total	35

6.2.5 Condutividade Elétrica da Água.....	40
6.2.6 Fósforo e Nitrogênio Totais.....	42
6.2.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio	47
6.3 COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	50
6.3.1 Análise Qualitativa	50
6.3.2 Flutuações Temporais na Densidade, Abundância Relativa, Diversidade, Equidade, Riqueza e Dominância.	51
6.3.3 BIOVOLUME E CONTEÚDO DE CARBONO FITOPLANCTÔNICO.....	65
6.3.4 PIGMENTOS TOTAIS	67
6.3.5 ESTRUTURA DE TAMANHO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA.....	69
7. DISCUSSÃO.....	72
7.1 VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A LAGOA FACULTATIVA DA E.T.E. DE CAJATI	72
7.2 ESTRUTURA E MUDANÇA TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	75
8. CONCLUSÕES.....	82
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
APÊNDICE A : VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA AS DIFERENTES VARIÁVEIS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO	94
APÊNDICE B : COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	97
APÊNDICE C : CORRELAÇÕES	102

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS DA LAGOA FACULTATIVA	14
TABELA 2: VALORES MENSIS DE PRECIPITAÇÃO (MÁXIMA, MÍNIMA E MÉDIA), EM MM E VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO (M/S), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE CAJATI, S.P.	25
TABELA 3: LISTA DE TAXA REGISTRADAS NA ETE DE CAJATÍ, NOS MESES DE JUNHO, JULHO, SETEMBRO E NOVEMBRO DE 2002, E EM MARÇO DE 2003.	50
TABELA 4: ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS CLASSES FITOPLANCTÔNICAS, DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO.	56
TABELA 5: VOLUME CELULAR MÉDIO E CONTEÚDO DE CARBONO FITOPLANCTÔNICO DOS ORGANISMOS DOMINANTES, ABUNDANTES E COMUNS PRESENTES DURANTE OS PERÍODOS DE ESTUDO.	65
TABELA 6: TAMANHO E DISTRIBUIÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA SEGUNDO GRUPOS E ASPECTO MORFOLÓGICO	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA SIMPLIFICADO DA ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO ECOSISTEMA DE LAGOAS FACULTATIVAS. FONTE: ADAPTADO DE VON SPERLING (1996).	6
FIGURA 2: BACIA DO RIO RIBEIRA DO IGUAPE ONDE SE ENCONTRA INSERIDA A E.T.E DE CAJATÍ E SUA LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO. (FONTE: LABORATÓRIO BIOTACE–EESC/USP SÃO CARLOS)	12
FIGURA 3: LAGOA FACULTATIVA, EM FASE DE ENCHIMENTO NA E.T.E DE CAJATÍ S. P.	14
FIGURA 4: LAGOA FACULTATIVA E OS PONTOS DE AMOSTRAGEM NO SISTEMA DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO DA E.T.E DE CAJATÍ.	15
FIGURA 5: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	25
FIGURA 6: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	26
FIGURA 7: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	26
FIGURA 8: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	27
FIGURA 9: VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL EM SUSPENSÃO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	28
FIGURA 10: VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL EM SUSPENSÃO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	28
FIGURA 11: VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL EM SUSPENSÃO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	29
FIGURA 12: VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL EM SUSPENSÃO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	29
FIGURA 13: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	30
FIGURA 14: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	31
FIGURA 15: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ, (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	31
FIGURA 16: VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	32
FIGURA 17: VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	33
FIGURA 18: VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	33
FIGURA 19: VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	34
FIGURA 20: VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	34

FIGURA 21:VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE E DO PH, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	35
FIGURA 22:VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE E DO PH, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	36
FIGURA 23:VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE E DO PH, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	36
FIGURA 24:VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE E DO PH, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	37
FIGURA 25:VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE CO ₂ TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	38
FIGURA 26:VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE CO ₂ TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	38
FIGURA 27:VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE CO ₂ TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	39
FIGURA 28:VARIAÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES DE CO ₂ TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	39
FIGURA 29:VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	40
FIGURA 30:VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	41
FIGURA 31:VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	41
FIGURA 32:VARIAÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	42
FIGURA 33:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	43
FIGURA 34:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	43
FIGURA 35:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	44
FIGURA 36:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	44
FIGURA 37:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	45
FIGURA 38:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	46
FIGURA 39:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	46
FIGURA 40:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	47

FIGURA 41:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5^{20} , NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	48
FIGURA 42:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5^{20} , DA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	48
FIGURA 43:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5^{20} , NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	49
FIGURA 44:VARIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO_5^{20} , NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	49
FIGURA 45: NÚMERO DE ESPÉCIES E DE GÊNEROS PARA CADA CLASSE REGISTRADA DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO NA ETE DE CAJATÍ, SP.	51
FIGURA 46:VARIAÇÃO NA DENSIDADE DOS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICAS, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.....	52
FIGURA 47:VARIAÇÃO NA DENSIDADE DOS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICAS, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	52
FIGURA 48:VARIAÇÃO NA DENSIDADE DOS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICAS, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.....	53
FIGURA 49:VARIAÇÃO NA DENSIDADE DOS ORGANISMOS FITOPLANCTÔNICAS, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.....	53
FIGURA 50:VARIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA RELATIVA DE CHLOROPHYCEAE NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP).	54
FIGURA 51:VARIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA RELATIVA DE CYANOPHYCEAE NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP).	54
FIGURA 52:VARIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA RELATIVA DE BACILLARIOPHYCEAE NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP).	55
FIGURA 53:VARIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA RELATIVA DE EUGLENOPHYCEAE NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP).	55
FIGURA 54:VARIAÇÃO NA DIVERSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.	57
FIGURA 55:VARIAÇÃO NA DIVERSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.....	57
FIGURA 56:VARIAÇÃO NA DIVERSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ, (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.	58
FIGURA 57:VARIAÇÃO NA DIVERSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA, NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.	58
FIGURA 58:VARIAÇÃO DA EQUIDADE DOS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.....	59
FIGURA 59:VARIAÇÃO DA EQUIDADE DOS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.	59
FIGURA 60:VARIAÇÃO DA EQUIDADE DOS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.....	60

FIGURA 61:VARIAÇÃO DA EQUIDADE DOS GRUPOS FITOPLANCTÔNICOS (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.....	60
FIGURA 62:VARIAÇÃO NOS ÍNDICES DE DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.....	61
FIGURA 63:VARIAÇÃO NOS ÍNDICES DE DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.....	61
FIGURA 64:VARIAÇÃO NOS ÍNDICES DE DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.....	62
FIGURA 65: VARIAÇÃO NOS ÍNDICES DE DOMINÂNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA.....	62
FIGURA 66:VARIAÇÃO NA RIQUEZA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.....	63
FIGURA 67:VARIAÇÃO NA RIQUEZA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.....	63
FIGURA 68:VARIAÇÃO NA RIQUEZA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.....	64
FIGURA 69:VARIAÇÃO NA RIQUEZA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA (IND/ML), NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.....	64
FIGURA 70: VOLUME CELULAR MÉDIO (μM^3) DOS ORGANISMOS DOMINANTES, ABUNDANTES E COMUNS PRESENTES DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO.....	66
FIGURA 71: CONTEÚDO DE CARBONO FITOPLANCTÔNICO (mgC/L) DOS ORGANISMOS DOMINANTES, ABUNDANTES E COMUNS PRESENTES DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO.....	66
FIGURA 72: CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTO TOTAL NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE JUNHO E JULHO/02.....	67
FIGURA 73: CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTO TOTAL NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE SETEMBRO/02.....	68
FIGURA 74: CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTO TOTAL NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE NOVEMBRO/02.....	68
FIGURA 75: CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTO TOTAL NA LAGOA FACULTATIVA DA ETE DE CAJATÍ (SP), NO PERÍODO DE MARÇO/03.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Alcal.: alcalinidade

CO₂: gás carbônico

Cond.: condutividade

CV: coeficiente de variação

DBO: demanda bioquímica de oxigênio

DQO: demanda química de oxigênio

Dens.: densidade fitoplanctônica

DvP: desvio padrão

ETE: estação de tratamento de esgoto

MS: material em suspensão

NT: nitrogênio total

OD: oxigênio dissolvido

pH: potencial hidrogeniônico

PT: fósforo total

T°C: temperatura em graus Celsius

Turb.: turbidez

FIORINI, M. P. (2004). Mudanças temporais da comunidade fitoplanctônica e das condições ecológicas do efluente final da E.T.E do município de Cajati, SP. 111p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

RESUMO

O presente estudo teve o propósito de determinar a mudança temporal na estrutura da comunidade fitoplanctônica em função das variáveis físicas e químicas da lagoa facultativa da E.T.E de Cajati, SP. As amostras foram coletadas duas vezes por semana a aproximadamente 30 cm na jusante da lagoa facultativa, em junho, julho, setembro e novembro de 2002 e março de 2003. Foram realizadas análises de abundância, biomassa, densidade, riqueza e índices de diversidade, dominância e equidade, assim como análises das variáveis climatológicas (precipitação, vento e temperatura do ar), físicas e químicas (material em suspensão, nitrogênio e fósforo totais, oxigênio dissolvido, pH, CO₂ total, condutividade elétrica da água e DBO₅²⁰). As classes encontradas foram: Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Zygnemaphyceae, e Dinophyceae. Chlorophyceae foi a que apresentou o maior número de representantes e que mais contribuiu para a riqueza, densidade e biomassa, seguida de Cyanophyceae que em novembro contribuiu com a maior densidade e abundância (64%). Durante o período de estudo as espécies predominantes foram *Chlorella spp*, em junho e julho/02 (a lagoa foi abastecida com água do rio Jacupiranguinha), em setembro e novembro/02 o predomínio foi de *Microcystis spp*, (a lagoa estava em funcionamento) e, em março/03 a predominância foi de *Chlamydomonas spp* (foi desativada por problemas de inundação nas elevatórias), sendo que os demais organismos foram considerados comuns, ocasionais e raros. Desta forma, notou-se que a mudança na estrutura da comunidade fitoplanctônica foi devida às alterações ocorridas na operação da lagoa facultativa de Cajati, SP. |

Palavras-Chave: Lagoa de estabilização, fitoplâncton, mudança temporal estrutura da comunidade

FIORINI, M. P. (2004). Temporal changes in the phytoplankton community and ecological conditions of the final effluent of S.S.T. of Cajati, SP. 111p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

ABSTRACT

The present study has as its objective to determine temporal changes in the structure of phytoplankton community in function of physical and chemical variables of the optional pond of Station of Sewage Treatment of Cajati, SP. Samples were collected twice a week at approximately 30 cm in the low tide of the optional pond, in June, July, September and November 2002 and in March 2003. Abundance, biomass, density, richness analysis and rate of diversity, dominance and equity were performed as well as analysis of climate variables (precipitation, wind and air temperature), physical and chemical variables (material in suspension, nitrogen and total phosphorus, dissolved oxygen, pH, total CO₂, electric conductivity of water and DBO₅²⁰). Classes found were: Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Zygnemaphyceae, and Dinophyceae. Chlorophyceae was the one that presented most number of representatives and the one that most contributed to the richness, density and biomass, followed by Cyanophyceae that in November contributed with most density and abundance (64%). During the period of study predominant species were *Chlorella spp*, in June and July/02 (the pond was fueled with water from Jacupiranguinha river), in September and November/02 predominance was of *Microcystis spp* (the pond was functioning) and, in March/03 predominance was of *Chlamydomonas spp* (was de-activated because of flooding in the pumping stations); the other organisms were considered common, occasional and rare. Therefore, a change was noticed in the structure of the phytoplankton community, due to the changes occurred in the operation of the optional pond of Cajati, SP.

Keywords: stabilization pond, phytoplankton, temporal changes, structure community

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o Brasil apresentou crescimento populacional urbano exponencial e fatores como poluições domésticas e industriais se agravaram. Os efeitos desse processo geram impactos que afetam diretamente os recursos hídricos e, conseqüentemente, promovem a deterioração da qualidade da água.

Atualmente, o centro desta questão ambiental é a sobrecarga que os recursos naturais vêm recebendo, principalmente os corpos aquáticos, por serem utilizados como “recursos” e por servirem, desde a origem das civilizações, como receptores e diluidores de resíduos. Com isto, a interferência antrópica nestes corpos influencia na concentração de material em suspensão, DBO, DQO, nutrientes inorgânicos e orgânicos, entre outros, alterando as estratégias de organização das comunidades biológicas e as composições químicas da água assim como do sedimento. Estes fatores constituem importante centro de convergência no ambiente aquático, acarretando problemas no funcionamento e eficiência destes ambientes, inclusive nas diferentes possibilidades de uso dos mesmos, bem como nos aspectos econômicos e ecológicos. O despejo de esgoto doméstico ou industrial “in natura” promove o processo de enriquecimento das águas – eutrofização artificial – levando a mudanças drásticas nas condições ecológicas da água. Como conseqüência, há o desenvolvimento de florações de algas, a redução de oxigênio na coluna d’água, produção de odor, sabor e aspectos desagradáveis, além da mortandade de peixes.

Para minimizar as interferências antrópicas referentes ao esgoto doméstico faz-se necessário buscar tecnologias que possibilitem soluções de baixo custo e adaptações às condições locais, colaborando com o aperfeiçoamento e criação de linhas prioritárias para o saneamento básico e o desenvolvimento regional do país (TEIXEIRA PINTO e ONOYAMA, 1991). *OK*

Desta forma, o tratamento biológico é considerado a solução mais econômica no caso de efluentes domésticos e na maioria dos efluentes industriais (CERQUEIRA, 1995). Um dos métodos mais utilizados para o tratamento de esgoto doméstico no Brasil são as lagoas de estabilização. A utilização

deste método foi implantada no Brasil em 1960, na cidade de São José dos Campos – S.P (KELLNER e PIRES, 1998) e, desde então, tem sido exemplo de solução econômica, principalmente nos países em desenvolvimento, por vários motivos, tais como baixo custo, uma vez que não utiliza energia elétrica, facilidade operacional e, pela alta eficiência quando comparado a outros sistemas (VICTORETTI, 1964; AZEVEDO NETO, 1967; GLOYNA, 1973; PESSOA e JORDÃO, 1975; SHIMADA *et al.*, 1987; TEIXEIRA PINTO e ONOYAMA, op. cit.; MARA *et al.* 1992).

As lagoas de estabilização apresentam uma vantagem com relação ao seu funcionamento, pois representam o habitat de enorme variedade de organismos vivos, os quais se reproduzem de acordo com a disponibilidade de nutrientes. Tendo sua eficiência ligada ao bom dimensionamento, efetuado em relação à carga a ser aplicada, à área disponível e às características climáticas locais, o ambiente tem por meta propiciar desenvolvimento algal e atividade fotossintética proporcional à demanda de oxigênio requerida (FERREIRA, 1988).

Estes sistemas mantêm um conjunto de organismos microscópicos, especificamente o fitoplâncton que, a partir da luz solar e do gás carbônico, é capaz de transformar a energia radiante em energia disponível aos consumidores. Alterações na composição e abundância da comunidade fitoplanctônica podem ser provocadas pela variabilidade ambiental que, atuando com frequência e intensidades variáveis, pode apresentar-se como uma perturbação que irá então modificar o caráter qualitativo e quantitativo da biota, selecionando espécies, através de mecanismos competitivos, que se tornam favorecidas diante da perturbação. Em geral, o ambiente reage apresentando padrões biológicos de respostas em função das diversas interferências que se estabelecem no sistema (CALIJURI, 1999). Assim, neste contexto, a comunidade fitoplanctônica pode apresentar ciclos sazonais e anuais relacionados às variações ambientais características das diferentes épocas do ano (REYNOLDS, 1984; SOMMER *et al.* 1993).

Uma das maneiras de se avaliar a influência da variabilidade ambiental na comunidade fitoplanctônica é adequar a escala de observação o mais próximo possível da escala de resposta dos

organismos, que seria de 3 a 7 dias (CALIJURI, *op. cit.*). O tempo de geração é a escala mais indicada para o entendimento da relação entre o estímulo e a resposta da comunidade (ALLEN e STARR, 1982). Por isso, as observações realizadas em curtos períodos conseguem identificar os fatores relacionados diretamente com a estrutura da comunidade e as respostas dos organismos (HARRIS, 1980, 1986; CALIJURI, *op. cit.*).

Embora diversos estudos sobre mudanças temporais das comunidades fitoplanctônicas venham sendo desenvolvidos em águas continentais, no Brasil são escassos os que associam lagoas de estabilização a séries temporais intensivas destes organismos. A maioria dos estudos, realizada nas últimas cinco décadas e com enfoque na ecologia da comunidade fitoplanctônica de ambientes lacustres do Brasil, foi relacionada por Huszar e Silva (1999). Lima (1984), em lagoas de estabilização, apontou a existência de gradiente a partir da região afluyente (entrada do esgoto ou afluyente primário) até o efluente final, no que se refere à velocidade de degradação do substrato e à demanda bioquímica de oxigênio. Contudo, ele não fez qualquer comentário sobre a resposta da comunidade fitoplanctônica relacionada à heterogeneidade espacial observada. Por outro lado, pouco se conhece também sobre os efeitos das condições meteorológicas sobre o desenvolvimento das populações fitoplanctônicas, em lagoas de estabilização.

Em sistemas naturais e reservatórios, trabalhos avaliando as mudanças na comunidade fitoplanctônica ocorridas em curtos intervalos de tempo (dias ou semanas) foram desenvolvidos e destacam-se os de Huszar (1994); Silva (1995); Calijuri e Dos Santos (1996); Moura (1996); Ferreira (1998); Lopes (1999); Beyruth (1996; 2000); Souza (2000); Bressan (2001) e Calijuri (1999); Calijuri e Dos Santos (2002).

A carência de conhecimento sobre organismos fitoplanctônicos em lagoas de estabilização e os recentes estudos sobre a variabilidade temporal em curtos intervalos de tempo (amostragens diárias ou semanais) dessa comunidade, que tem influência direta no metabolismo do sistema, necessitam de aprofundamento que permita avanço considerável no gerenciamento desses sistemas. Assim, o

presente estudo procurou correlacionar as possíveis alterações ocorridas na comunidade fitoplanctônica (densidade, biomassa, diversidade e riqueza de espécies, além da dominância e estrutura de tamanho) em escalas intensiva e sazonal, em função das variações ambientais.

2. OBJETIVO GERAL

Com base em frequências amostrais de escala intensiva, pretendeu-se com este estudo determinar a mudança temporal na estrutura da comunidade fitoplanctônica em função das variabilidades físicas e químicas do sistema da lagoa facultativa na E.T.E de Cajati, S.P.

2.1 Objetivos Específicos:

- ✓ Identificar os organismos fitoplanctônicos durante as fases de enchimento, pós-enchimento e operação da lagoa de estabilização na estação de tratamento de esgoto de Cajati – S.P;
- ✓ Estudar a influência das variáveis climatológicas na comunidade fitoplanctônica, durante os períodos de estudo;
- ✓ Determinar a densidade, riqueza, dominância, diversidade, equidade e as espécies dominantes, abundantes e raras da comunidade fitoplanctônica;
- ✓ Determinar a concentração dos pigmentos totais, o biovolume, o conteúdo de carbono e a estrutura de tamanho da comunidade fitoplanctônica;
- ✓ Estudar as mudanças temporais da comunidade fitoplanctônica, durante os meses de junho, julho, setembro, novembro/02 e março/03 na lagoa facultativa da E.T.E de Cajati, S.P.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Definição e Classificação de Lagoa de Estabilização

O termo “lagoa de estabilização” pode ser utilizado para determinar a qualquer lagoa ou grupo de lagoas projetadas para o tratamento biológico de resíduos. Estas lagoas são consideradas ambientes hipereutróficos por receberem elevada carga de matéria orgânica total e apresentarem ciclo de decomposição e síntese dessa matéria.

Nas lagoas de estabilização há associação entre algas e microrganismos que decompõem a matéria orgânica. Nas regiões anaeróbias, bactérias facultativas degradam a matéria orgânica liberando gases para a atmosfera (gás carbônico) e compostos solúveis para o meio líquido. Na região aeróbia, bactérias oxidam a matéria orgânica liberando gás carbônico e amônia, que serão utilizados pelo fitoplâncton na fotossíntese, com produção de oxigênio que retornará ao metabolismo destes organismos e das bactérias aeróbias (Figura. 1) (UEHARA e VIDAL, 1989).

Figura 1: Esquema simplificado da estrutura e funcionamento do ecossistema de lagoas facultativas.
Fonte: adaptado de VON SPERLING (1996).

O grau de remoção dos poluentes no tratamento, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente, está associado aos conceitos de nível do tratamento e eficiência do mesmo. Usualmente, consideram-se os seguintes níveis para o tratamento dos esgotos domésticos:

- Preliminar;
- Primário;
- Secundário e
- Terciário (apenas eventualmente).

O tratamento preliminar objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto que o tratamento primário visa à remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os mecanismos físicos de remoção. Já no tratamento secundário, no qual predominam mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente de nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (geralmente os tóxicos ou compostos não biodegradáveis), sendo este tipo de tratamento bastante raro no Brasil (VON SPERLING *et al.* 1995).

Na E.T.E Cajati (S.P), utiliza-se o tratamento preliminar e o tratamento secundário que, em termos de eficiência, são os únicos capazes de produzir efluente de acordo com o padrão de lançamento estabelecido pela legislação ambiental, tentando reproduzir os fenômenos naturais de estabilização da matéria orgânica, que ocorrem no corpo receptor. Estes processos são feitos mais rapidamente e ocupam menos espaço neste sistema, sob condições controladas. O tratamento secundário geralmente inclui unidades para o tratamento preliminar, mas não necessariamente inclui as unidades para o tratamento primário (VON SPERLING, *et al.*, 1995).

O método de tratamento secundário na E.T.E Cajati (S.P) é sem mecanização, sendo qualificado como sistema simplificado, e caracterizado por lagoa de estabilização sem aeração. Outra variante é que este sistema possui uma lagoa anaeróbia, seguida por uma lagoa facultativa.

3.2 Lagoa Anaeróbia

Este sistema constitui fonte alternativa de tratamento, onde a existência de condições estritamente anaeróbias é essencial (VON SPERLING, 1996). Tem sido utilizado para o tratamento de esgotos domésticos e despejos industriais, predominantemente orgânicos, com altos teores de DBO, como os de frigoríficos, laticínios e bebidas. PM

A estabilização da matéria orgânica em lagoas anaeróbias é lenta devido ao fato das bactérias se reproduzirem lentamente, pois este tipo de reação gera menos energia, além de não requerer qualquer equipamento e possuir profundidade maior do que as lagoas facultativas.

A eficiência na remoção da DBO está intimamente relacionada com a quantidade e a natureza dos sólidos sedimentáveis, presentes no esgoto bruto afluente. A estabilização é efetuada sem utilização de oxigênio dissolvido, de modo que os organismos envolvidos têm que remover o oxigênio dos compostos existentes nas águas residuárias, com o propósito de oxidar a matéria orgânica.

A única preocupação é que estes sistemas podem ocasionar maus odores em decorrência de eventuais problemas operacionais, quando a liberação de gás sulfídrico é responsável pelo odor fétido. Assim, geralmente recomenda-se que sejam instalados em áreas distantes das residenciais.

3.3 Lagoa Facultativa

A estabilização em lagoas facultativas consiste na retenção dos esgotos por período de tempo considerado longo o suficiente para que os processos naturais ocorram; o esgoto afluente entra em uma extremidade da lagoa e sai na extremidade oposta. A matéria orgânica em suspensão, ao sedimentar, constitui o lodo de fundo que sofre decomposição por microrganismos anaeróbios, convertendo-se em gás carbônico, metano e outros. A baixa concentração de matéria orgânica em suspensão e dissolvida fica dispersa na água, onde estas são oxidadas por meio de respiração aeróbia, sendo que o oxigênio necessário é suprido pelas algas, através da fotossíntese.

As algas, bactérias e protozoários possuem capacidade de obter substrato para sua subsistência devido a suas características metabólicas. As algas e bactérias não competem pelo mesmo substrato, PM

mas suas atividades são inter-relacionadas (MIWA, 2003). As bactérias decompõem a matéria orgânica e geram compostos que são utilizados como fonte de carbono, reproduzindo novas células. Já as algas, além de produzirem oxigênio, também são responsáveis pela remoção de nitrogênio e fósforo, o que ajuda a garantir o seu desenvolvimento. Assim, através desta inter-relação, tem-se um equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico nas lagoas facultativas. Deste modo, toda a matéria que entra no sistema em processo de degradação, consumindo oxigênio, é transformada em biomassa (algas, bactérias, fungos, protozoários, rotíferos, copepodos, cladoceras, entre outros) e o efluente final eliminado apresenta menor demanda de oxigênio e valores inferiores de coliformes fecais (FERREIRA, 1988).

3.4 Mudanças Temporais da Comunidade Fitoplanctônica

As mudanças temporais são processos que ocorrem na comunidade e no ecossistema, onde espécies mais bem adaptadas às novas condições do ambiente podem excluir as espécies originais e serem, mais tarde, também excluídas (LAMPERT e SOMMER, 1997).

Desde que Hutchinson (1967) apresentou a expressão “sucessão sazonal” para o fitoplâncton, diversos autores vêm utilizando-a ao tratarem de mudança temporal. Entretanto, o termo sucessão foi formalmente definido por Odum (1969), como sendo um processo de desenvolvimento do ecossistema, ordenadamente controlado pela comunidade que passa de uma colonização de habitats desocupados, atravessa estágios de transição e culmina em um ecossistema estabilizado, em que um máximo de biomassa é sustentado por um determinado fluxo de energia. Esse conceito de sucessão ecológica foi aplicado ao fitoplâncton por Reynolds (1988), que reiterou sua proposição anterior (1980), adotando o termo “sucessão” exclusivamente, no sentido proposto por Odum (op. cit.) e os termos “reversão” e “mudança” para as modificações na comunidade associados a eventos físicos externos.

As mudanças temporais num ecossistema aquático podem ser consideradas como reposição suave de espécies, decorrente da diminuição de nutrientes ou de herbivoria, podendo também ser

observadas mudanças sazonais na biomassa e na composição em espécies do plâncton (REYNOLDS, 1987; LAMPERT e SOMMER, 1997).

Segundo Harris (1980; 1986), as mudanças na estrutura das comunidades fitoplanctônicas são originadas pelas perturbações causadas por turbulência e variabilidade ambiental. Geralmente, a instabilidade física da coluna d'água é considerada o principal fator controlador das mudanças na composição de espécies (CALIJURI, 1999).

Segundo Reynolds (1987), a composição de espécies fitoplanctônicas é influenciada por inúmeros fatores bióticos e abióticos como: microrganismos, parasitas, herbívoros, luz, temperatura, nutrientes (macro e micro) e substâncias tóxicas.

Atualmente, é aceita com unanimidade a hipótese de que as espécies fitoplanctônicas desenvolveram mecanismos estratégicos, envolvendo adaptações morfo-fisiológicas, que lhes permitiram a sobrevivência em diferentes condições ambientais (TRAIN, 1998). Este mecanismo de utilização de energia pelas espécies foi denominado de **estratégia de sobrevivência** (PIANKA, 1970).

As estratégias podem ser consideradas como agrupamentos de características morfológicas, fisiológicas, reprodutivas e comportamentais similares, que evoluíram entre espécies ou populações, permitindo-lhes melhores adaptações sob uma série de condições ambientais (GRIME, 1979).

Sandgreen (1988a) reuniu em sua obra as estratégias de crescimento e reprodução para diferentes grupos fitoplanctônicos de águas doces: Chrysophyceae - Sandgreen (1988b); Chlorophyceae - Haphey-Wood (1988); Bacillariophyceae - Sommer (1988) e Cyanophyceae - Paerl (1988). Neste mesmo livro, Reynolds (1988) comentou que mudanças na comunidade fitoplanctônica também podem ser vistas como um reflexo das estratégias de sobrevivência das populações e que o desenvolvimento destas estratégias permitem a sobrevivência das mesmas em ambientes instáveis.

Reynolds (1988), ao adaptar para a região pelágica dos sistemas aquáticos continentais os conceitos de Grime (1979), referentes à vegetação terrestre, classificou os organismos fitoplanctônicos em três categorias: *C* – *estrategistas* (competidores ou *r* – *estrategistas*, segundo Mac Arthur e Wilson,

1967), como espécies de pequenas dimensões, elevadas razões superfície/volume e alta atividade metabólica; *R* – *estrategistas* (ruderais), espécies de tamanho intermediário a grande, elevadas razões superfície/volume, alta atividade metabólica e adaptadas a ambientes de mistura turbulenta; *S* – *estrategistas* (espécies tolerantes ao estresse ou *K* – *estrategistas*, na classificação de Mac Arthur e Wilson, 1967), como organismos de dimensões maiores, atividade metabólica relativamente baixa, com reduzida razão superfície/volume, resistentes a perdas por sedimentação e predação, com capacidade elevada para formar propágulos ou cistos e estocar nutrientes.

Desta forma, o presente estudo procurou contribuir para o avanço da ecologia de ecossistemas no que tange ao funcionamento de estações de tratamento de esgoto, sobre os efeitos da variabilidade temporal, dos fatores abióticos e climáticos e sobre as influências destes na diversidade e estrutura da comunidade fitoplanctônica, visando compreender a dinâmica do sistema e oferecer subsídios para possibilitar manejo adequado e garantir maior eficiência.

4. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida na Bacia do Rio Ribeira do Iguape, que possui cerca de 25.000 Km² e se localiza nas regiões sudeste do Estado de São Paulo e leste do Estado do Paraná, aproximadamente entre as latitudes 23° 50' S e 23° 30' S e longitudes 46° 50' W e 50° 00' W (Figura 2) (CASSIANO, 2001).

Figura 2: Bacia do Rio Ribeira do Iguape onde se encontra inserida a E.T.E de Cajatí e sua localização no Estado de São Paulo. (Fonte: Laboratório BIOTACE–EESC/USP São Carlos).

Os solos da região, junto aos flancos dos vales, são formados por pacotes sedimentares constituídos por colúvios e nas porções baixas predominam os solos aluvionares e de várzea (BISTRICHI *et al.*, 1981).

Segundo Bistrichi *et al.* (op. cit), a geomorfologia está inserida quase em sua totalidade na Província Costeira e possui em seu âmbito três zonas reconhecidas: Serrana, Sublitorânea e Litorânea.

O clima da bacia tem sido classificado como subtropical úmido a tropical úmido, com variações entre as zonas serrana e costeira. Os maiores volumes de chuvas precipitadas são de aproximadamente 3.000 mm anuais, coincidindo com as maiores altitudes, chegando a 2.000 mm nas altitudes medianas e 1.500 mm nas áreas mais baixas. O período chuvoso ocorre de setembro a março e o seco de abril a agosto, período este em que as chuvas não ultrapassam os 50 mm mensais (SÃO PAULO, 1989).

A cidade de Cajatí dista cerca de 270 Km da capital do Estado, com acesso pela rodovia Regis Bittencourt (BR-116), que corta a sua zona urbana, a qual se desenvolve às margens do rio Jacupiranguinha.

A região é caracterizada por topografia acidentada, marcada pela existência de diversos fundos de vale, onde se situam as zonas centrais e as várias vilas que compõem a zona urbana do distrito. Possui desníveis acentuados, chegando até 30% de inclinação e arruamentos tortuosos, principalmente aqueles situados no entorno das encostas íngremes dos morros. Embora acidentada, a região urbana apresenta o principal fundo de vale na forma de uma planície, formada ao longo do tempo pelos sedimentos carreados das formações montanhosas mais próximas, através das precipitações atmosféricas, que são abundantes na região.

A ETE de Cajatí localiza-se a aproximadamente 100 m do Rio Jacupiranguinha, numa Latitude de aproximadamente 24° 43' S e Longitude de 48° 07' W e segue as orientações do denominado sistema australiano (Figura 3) e apresenta as características descritas na Tabela 1.

Figura 3: Lagoa Facultativa, em fase de enchimento na E.T.E de Cajatí S. P.

TABELA 1: Características da Lagoa Facultativa

CARACTERISTICAS DA LAGOA FACULTATIVA	
Área do espelho d'água	1,22 ha
Comprimento	214 metros
Largura	163 metros
Profundidade Média	2,20 metros
Tipo de fundo	Argiloso
Q dimensionamento	20,33 L/s (média) 1756,5
Carga orgânica	1.126,12 Kg DBO ₅ ²⁰ dia
Concentração de DBO ₅ ²⁰	302,87 mg/L
Área do espelho no nível normal	3,36 há
Volume útil	48.580,97 m ³
Tempo de detenção hidráulica	13,18 dias 27165,7
Taxa de aplicação superficial	330 kg DBO ₅ ²⁰ / ha x dia
Eficiência de remoção de DBO ₅ ²⁰	80%

A população atual da zona urbana está estimada em torno de 15. 000 habitantes, distribuídos ao longo de sua malha de projeto com cerca de 658,63 ha.

A lagoa (Figura 4) recebe o efluente bruto proveniente da estação elevatória 2, que é distribuído para a lagoa facultativa através de caixas distribuidoras, construídas no próprio talude dos diques, algumas dotadas de vertedouros reguláveis (tipo “stop-logs”), concebidos de tal forma que seja possível variar o nível de operação do ambiente segundo o máximo e o mínimo previamente determinados no projeto. O efluente final é coletado em quatro estruturas interligadas de controle, idênticas, sendo que duas estão ligadas às caixas de passagem, que são encaminhadas para o Rio Jacupiranguinha.

Figura 4:Lagoa facultativa e os pontos de amostragem no sistema de lagoa de estabilização da E.T.E de Cajatí.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Frequência das Coletas e Pontos Amostrais

As coletas de campo foram realizadas em curtos períodos de tempo, duas vezes por semana, nas épocas de: junho, julho, setembro e novembro de 2002 e março de 2003.

As estações de coleta foram estabelecidas em quatro pontos eqüidistantes e as amostragens realizadas a aproximadamente 30 cm à jusante da lagoa facultativa (Figura 4).

As amostras coletadas foram homogeneizadas, acondicionadas e preservadas para as análises das variáveis físicas, químicas e biológicas.

Nos meses de junho e julho de 2002 as amostragens foram realizadas em diversos pontos espaciais, devido à lagoa de estabilização estar em fase de enchimento com água do rio Jacupiranguinha.

No dia 5 de agosto as lagoas começaram a receber o esgoto e as coletas de setembro, novembro de 2002 e março de 2003 seguiram os critérios da homogeneização das amostras a partir de quatro pontos eqüidistantes.

Em janeiro de 2003, devido à grande quantidade de chuva, a ETE de Cajati foi desativada por problemas ocorridos nos painéis das estações elevatórias, ocasionando ultrapassagem das quotas estimadas. Assim, o funcionamento do sistema teve seu reinício em março de 2003.

5.2 Variáveis Climatológicas

5.2.1 Precipitação

Os dados de precipitação foram fornecidos pela estação climatológica da USP, em Cananéia e pelo banco de dados do INPE.

5.2.2 Temperatura do Ar

A temperatura do ar foi medida, durante as amostragens, com termômetro de mercúrio, em graus Celsius (°C).

5.3 Varáveis Abióticas

5.3.1 Material em Suspensão

O material em suspensão total foi determinado através da técnica gravimétrica descrita em Teixeira *et al.* (1965) e em Calijuri (1999). A diferença de peso dos filtros totalmente secos, antes e após a filtração, forneceu a concentração de material em suspensão presente em volume conhecido da amostra, em mg.L^{-1} .

5.3.2 Temperatura da Água

A temperatura da água foi medida “in situ” com termômetro de mercúrio com precisão de 1 °C.

5.3.3 Oxigênio Dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido foi determinada em laboratório pelo método de Winkler, descrito em Golterman *et al.* (1978).

5.3.4 pH, Alcalinidade e CO₂

As medidas de pH foram feitas “in situ” utilizando-se potenciômetro marca DIGIMED, modelo PM 602.

A alcalinidade total foi determinada por titulometria de acordo com o método proposto por Mackereth *et al.* (1978). A partir destes dados foi calculada a concentração de CO₂ total.

5.3.5 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica foi medida com condutímetro marca DIGIMED modelo CD-2P, sendo os valores expressos em $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

5.3.6 Nutrientes Totais

As amostras de água foram acondicionadas em frascos de polietileno e a determinação dos nutrientes seguiu os seguintes procedimentos:

- ✓ Após as coletas, amostras de água não filtrada foram preservadas por acidificação para posterior determinação das concentrações de nitrogênio e fósforo total.
- ✓ O nitrogênio total foi determinado pelo método da digestão ácida de Kjeldahl, baseado na degradação da matéria orgânica em meio fortemente ácido sob temperatura elevada, formando o íon amônio (GOLTERMAN *et al.*, 1978). Os resultados foram expressos em mgN/L.
- ✓ O fósforo total foi determinado após a adição de reagente misto (molibdato de amônia, tartarato de antimônio e potássio e ácido ascórbico), sendo a leitura da absorbância feita em espectrofotômetro a 882 nm (GOLTERMAN *et al. op.cit.*). Os resultados foram expressos em mgP/L.

5.3.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅²⁰)

O método usado para DBO 5 dias a 20 ± 1 ° C está descrito em APHA (1998). A medida de consumo de oxigênio durante os 5 dias de incubação quantifica a decomposição de carboidratos, proteínas e lipídeos, com exceção de substâncias orgânicas de difícil degradação, representando, no máximo, 90 % do consumo real de decomposição (SCHAFER, 1985).

5.4 Comunidade Fitoplanctônica

5.4.1 Análise Qualitativa do Fitoplâncton

Para a determinação da composição do fitoplâncton foram coletadas amostras, duas vezes por semana, durante os meses de junho, julho, setembro e novembro de 2002 e março de 2003. Foram estabelecidos quatro pontos equidistantes, numa profundidade de aproximadamente 30 cm. As amostras de fitoplâncton foram homogeneizadas, e acondicionadas em frascos de 100 mL e fixadas com solução de formalina 4 %. As mesmas foram armazenadas no escuro até o momento da identificação e contagem dos organismos.

A identificação dos organismos fitoplanctônicos foi realizada utilizando-se microscópio invertido binocular da marca Olympus modelo CK2. Para esta análise, foram utilizadas as seguintes

chaves sistêmicas: Bourrely (1972; 1981; 1985), Bicudo *et al.* (1970), Menezes e Dias (2001), além de trabalhos de revisão e consulta aos especialistas do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

5.4.2 Estimativa da Biomassa Fitoplanctônica

5.4.2.1 Pigmentos Totais

As amostras para determinação das concentrações de pigmentos totais foram filtradas, com auxílio de bomba a vácuo. A extração dos pigmentos totais foi realizada com acetona 90%, durante cinco minutos, sem maceração. Após este procedimento, os tubos foram mantidos na geladeira por 24 horas. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda 665 e 750 nm, conforme descrito em Golterman *et al.* (1978) e em Wetzel e Likens (1991).

Os cálculos para determinação da concentração de pigmentos totais foram feitos utilizando-se as equações propostas por Golterman *et al.* (op. cit.) e Wetzel e Likens (op. cit.).

5.4.3 Análise Quantitativa do Fitoplâncton

5.4.3.1 Densidade Fitoplanctônica

A densidade fitoplanctônica foi estimada de acordo com o método de sedimentação de Uthermohl (1958), em ind/L. Os volumes utilizados para as contagens das amostras de fitoplâncton total variaram de acordo com a concentração do seston e foram colocados em câmara de sedimentação para posterior análise, segundo Margalef (1983).

Os indivíduos (células, filamentos, colônias e cenóbios) foram contados segundo a técnica descrita em Lund *et al.* (1958), com erro inferior a 20% e coeficiente de confiança de 95%, em campos aleatórios, até se alcançar 100 indivíduos da espécie mais freqüente.

O número de organismos por litro foi calculado utilizando-se a equação (1) proposta por Wetzel e Likens (op. cit.):

$$N^{\circ} / L = - \frac{C \times At}{Af \times F \times V} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

N° / L = número de organismos por litro – DENSIDADE

C = número de organismos contados

A_t = área total do fundo da câmara de sedimentação, (mm^2)

A_f = área de um campo de contagem, (mm^2)

F = número de campos contados

V = volume da amostra sedimentada, em (mL).

5.4.3.2 Biovolume

Para o cálculo do volume celular (μm^3) das espécies fitoplanctônicas foram utilizadas as fórmulas estereométricas para figuras simples tridimensionais, segundo Wetzel e Likens (1991).

O biovolume ($\mu\text{m}^3/\text{mL}$) foi estimado multiplicando-se o volume médio das células pela densidade de cada espécie. Foram medidos 30 indivíduos referentes às espécies consideradas dominantes, abundantes, comuns e raras.

5.4.3.3 Conteúdo de Carbono Fitoplanctônico

O cálculo do conteúdo de carbono fitoplanctônico (mgC/mL) foi realizado através dos valores de biovolume, utilizando-se a equação (2) proposta por Rocha e Duncan (1985), para algas de água doce:

$$C = a \times V^b \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

C = carbono celular

V = volume celular

a (cte) = 0,1204

b (cte) = 1,051

5.4.3.4 Índices de Riqueza, Dominância, Diversidade e Eqüidade

A riqueza específica e a dominância foram calculadas segundo as equações (3) e (4) propostas por Simpson (1949)¹ e citadas por Odum (1988):

$$d = \frac{S-1}{\log N} \quad \text{Equação (3)}$$

$$c = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

d = índice de riqueza

c = índice de dominância

n_i = número de indivíduos da espécie i

S = número de espécies da amostra

N = número total de indivíduos

A diversidade específica (H'') foi estimada de acordo com o Índice de Shannon – Weaver (SHANNON e WEAVER, 1963), através da equação (5):

$$H'' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde:

H'' = índice de diversidade de Shannon - Weaver

n_i = número de indivíduos da espécie i

$N = \sum_{i=1}^S =$ número total de indivíduos

A eqüidade foi calculada de acordo com Pielou (1975), representando a diversidade máxima encontrada quando todas espécies estivessem igualmente distribuídas. O índice de diversidade foi

¹ SIMPSON, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*. N. 163, v. 6-88.

considerado como medida da eqüidade, que foi expressa como a razão entre a diversidade real e a diversidade hipotética (distribuição uniforme das espécies), segundo a equação (6) abaixo:

$$E = \frac{H''}{H''_{\text{Max}}} \quad \text{Equação (6)}$$

ou como porcentagem:

$$E\% = 100 \times \frac{H''}{H''_{\text{Max}}}$$

Onde:

E = eqüidade

H'' = índice de Shannon -Weaver

$H''_{\text{Max}} = \log_2 S$ = número de diversidade específica máxima teórica, resultante da distribuição uniforme de todas as espécies na amostra.

Os valores de eqüidade variam entre 0 e 1, sendo a eqüidade igual a 1 quando as espécies se encontram igualmente distribuídas. A eqüidade representa as formas como os indivíduos estão distribuídos entre os táxons, já a riqueza da amostra equivale ao número total de taxons nela presente (POOLE, 1974).

5.4.3.5 Espécies Dominantes, Abundantes, Comuns e Raras

A abundância relativa foi estimada a partir do número de indivíduos de cada espécie em relação ao número total de indivíduos de cada amostra. As espécies foram classificadas, de acordo com McClough e Jackson (1985), em: dominantes, para os que obtiveram de 50 a 100% de abundância relativa; abundantes, para os que apresentaram de 30 a 49%; comuns, para os que apresentaram de 10 a 29%; ocasionais, para aquelas com 1 a 9%; e raros, para os que apresentaram menos de 1%.

5.4.3.6 Estrutura de Tamanho da Comunidade Fitoplanctônica

Para a análise da estrutura de tamanho da comunidade fitoplanctônica, os organismos foram agrupados segundo a sua máxima dimensão linear axial (“Greatest Axial linear Dimension” - GALD), de acordo com Garcia de Emiliani (1993).

Foram considerados os seguintes grupos de tamanho:

> 0.2 – 2.0 μm (GRUPO 1) - picoplâncton

> 2.0 – 20 μm (GRUPO 2) - nanoplâncton

> 20 – 200 μm (GRUPO 3) - microplâncton.

5.4.3.7 Análise Estatística

A própria natureza é de característica multifatorial, onde numerosos processos bióticos e abióticos interagem contribuindo para a formação de padrões estruturais espaciais e temporais nas comunidades biológicas (VALENTIN, 2000). Neste sentido, foram calculados o coeficiente de variação e a correlação de Pearson, a fim de permitir a ordenação entre biomassa total e as variáveis físicas e químicas.

O coeficiente de variação foi obtido segundo a fórmula:

$$CV(\%) = 100 \times \frac{s}{x}$$

onde:

s = desvio padrão amostral

x = valores médios amostrais

A correlação de Pearson foi aplicada representada pelo logaritmo decimal com o objetivo de detectar associações entre as variáveis estudadas que comportam de forma semelhante, independentemente dos processos que conduziram para tal.

6. RESULTADOS

6.1 Variáveis Climatológicas

As variáveis como precipitação e vento estão apresentadas na forma de dados diários e os dados de temperatura do ar estão na forma semanal (dia da coleta), referente ao período de estudo.

6.1.1 Precipitação

O período de novembro de 2002 a março de 2003, como esperado, foi caracterizado como época chuvosa, quando comparado aos índices de precipitação de junho, julho e setembro de 2002, que representaram o período seco (Tabela 2).

A precipitação total do mês de março/03 foi de 257 mm, sendo a máxima observada em 26/03/03 (82,1 mm) e a mínima nos dias 12 e 13/03/03 (1,2 mm).

A época mais seca foi observada em junho e julho, com uma precipitação total de 94,7 mm; para o mês de junho, a máxima foi de 35,1 mm em 23/06/02 e no mês de julho foi de 23,2 mm em 12/07/02 e a mínima, para os respectivos meses, foi de 0,1 mm nos dias 3 e 21/06/02 e 0,3 mm em 26/07/02.

O mês de setembro apresentou precipitação total de 106,9 mm, com a máxima observada de 31,7 mm em 23/09/02 e a mínima de 0,2 mm em 12/09/02.

O mês de novembro apresentou também alto índice de precipitação, quando comparado aos demais meses correspondentes à época de seca. Naquele mês a precipitação total foi de 173,2 mm, tendo apresentado máxima de 34,6 mm em 23/11/02 e mínima de 0,1 mm em 15/11/02.

Tabela 2: Valores mensais de precipitação (máxima, mínima e média), em mm e velocidade média do vento (m/s), na lagoa facultativa da ETE Cajati, S.P.

AMOSTRAGENS	PRECIPITAÇÃO (mm)		VELOCIDADE MÉDIA VENTO (m/s)
	Máx.	Min.	
Junho-Julho/02	35,1	0,2	1,35
Setembro/02	31,7	0,2	2,28
Novembro/02	34,6	0,1	2,58
Março/03	82,1	1,2	1,91

6.1.3 Temperatura do Ar

Como se pode observar, as Figuras 5, 6, 7 e 8 mostram a variação da temperatura do ar nos diferentes períodos de estudo. Em novembro de 2002 foram observados os dias com temperaturas mais elevadas, durante o período de estudo. A temperatura média nesse período foi de 29°C, com mínima de 24°C, ocorrida no dia 11/11/2002 e máxima de 35°C em 18/11/2002. Nos meses de junho, julho e setembro, quando se observou a menor média (24°C), a máxima foi de 31°C no dia 17/06/02 e a mínima de 20°C em 22/07/02. Em março a temperatura média foi de 28°C, sendo a máxima de 33°C no dia 20/03/03 e a mínima de 21°C no dia 17/03/03.

Figura 5: Variação da temperatura do ar, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 6:Variação da temperatura do ar, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de setembro/02.

Figura 7:Variação da temperatura do ar, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de novembro/02.

Figura 8:Variação da temperatura do ar, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03.

6.2 Variáveis Abióticas

6.2.1 Material em Suspensão Total

As Figuras 9, 10, 11 e 12 mostram as variações nas concentrações de material em suspensão em junho e julho 2002, setembro 2002, novembro 2002 e março 2003, respectivamente. A concentração média de material em suspensão total em junho e julho foi de 1,6 mg/L, com mínima de 0,3 mg/L em 27/06/02 e máxima de 4,8 mg/L em 15/07/02. Em setembro e novembro as médias foram de 67,3 mg/L e 9,2 mg/L sendo as máximas de 80,4 mg/L em 09/09/02 e 34,2 mg/L no dia 03/11/02 e mínimas de 1,5 mg/L em 30/09/02 e 2,3mg/L no dia 11/11/02. Em março, a média foi 7,9 mg/L, com máxima de 22,6 mg/L (17/03/03) e mínima de 1,1 mg/L (13/03/03).

Figura 9: Variação das concentrações de material em suspensão, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 10: Variação das concentrações de material em suspensão, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de setembro/02.

Figura 11:Variação das concentrações de material em suspensão, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de novembro/02.

Figura 12:Variação das concentrações de material em suspensão, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03.

6.2.2 Temperatura da Água

As Figuras 13, 14, 15 e 16 mostram a variação da temperatura da água, na lagoa facultativa, durante o período de coletas. A temperatura da água variou de 5°C entre os diferentes períodos de estudo. Em junho, julho e setembro, a temperatura média foi de 22°C, sendo a máxima de 24°C nos dias 17/06/02 e 24/07/02 e a mínima de 20°C nos dias 18/07/02 e 22/07/02. Em novembro e março, a temperatura média foi de 27°C, apresentando uma máxima de 30°C (20/11/02 e 20/03/03) e mínima de 24°C, nos dias 11/11/02 e 24/03/03.

Figura 13:Variação da temperatura da água, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 14:Variação da temperatura da água, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 15:Variação da temperatura da água, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati, (SP), no período de novembro/02.

Figura 16: Variação da temperatura da água, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

6.2.3 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido, nos meses de junho e julho, apresentou concentração média de 9,2 mg/L, sendo a máxima de 10,8 mg/L em 24/07/02 e a mínima de 7,3 mg/L no dia 24/06/02, provavelmente devido ao fato da lagoa estar sendo abastecida com água do rio Jacupiranguinha. Em setembro, a concentração média foi de 5,58 mg/L, com máxima de 8,2 mg/L em 02/09/02 e mínima de 4,8 mg/L nos dias 16, 23 e 30/09/02, quando a lagoa estava em transição de ambiente lótico para lêntico. Nos meses de novembro e março as médias foram de 5,12 e 4,41 mg/L, respectivamente, sendo a máxima de 5,7 mg/L nos dias 25/11/02 e 06/03/03 e as mínimas de 4,4 e 1,6 mg/L em 18/11/02 e 03/03/03 (Figuras 17, 18, 19 e 20).

Figura 17: Variação nas concentrações de oxigênio dissolvido, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 18: Variação nas concentrações de oxigênio dissolvido, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 19: Variação nas concentrações de oxigênio dissolvido, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de novembro/02.

Figura 20: Variação nas concentrações de oxigênio dissolvido, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03.

6.2.4 Alcalinidade, pH e CO₂ Total

Os valores de alcalinidade e pH obtidos durante o período de estudo, encontram-se nas Figuras 21, 22, 23 e 24. A alcalinidade foi maior em novembro, com média de 97 mg/L, sendo a mínima de 87 mg/L no dia 27/11/02 e a máxima de 109 mg/L no dia 11/11/02. Nos meses de junho e julho ocorreu a menor média, 33 mg/L, com valor máximo de 46 mg/L no dia 20/06/02 e o mínimo de 29 mg/L nos dias 01 e 18/07/02. Em setembro e março, as médias foram de 75 e 79 mg/L, sendo as máximas de 93 e 86 mg/L nos dias 16/09/02 e 06 e 10/03/03 e as mínimas de 53 e 69 mg/L nos dias 02/09/02 e 20/03/03.

O maior valor de pH foi observado em março, com média de 8,2, sendo que o valor mínimo de 7,7 ocorreu no dia 10/03/03 e o máximo de 8,9 no dia 24/03/03. Nos meses de junho, julho e setembro ocorreu a menor média (7,5), com os valores máximos de 9,3 e 8,3 nos dias 17/06/02 e 02/09/02 e os valores mínimos de 6,7 e 7,1 em 17/06/02 e 30/09/02. Em novembro o valor médio do pH foi 7,8, sendo que o máximo de 9,0 foi observado em 20/11/02 e o mínimo de 7,3 no dia 27/11/02.

Figura 21: Variação da alcalinidade e do pH, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 22:Variação da alcalinidade e do pH, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de setembro/02.

Figura 23:Variação da alcalinidade e do pH, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de novembro/02.

Figura 24: Variação da alcalinidade e do pH, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

A maior concentração de CO_2 total foi observada em novembro, com média de 44,09 mg/L, sendo a mínima de 37,18 mg/L no dia 20/11/02 e a máxima de 49,46 mg/L no dia 11/11/02. Nos meses de junho e julho ocorreu a menor concentração média, de 16,75 mg/L; naqueles meses, a máxima foi de 21,43 mg/L no dia 20/06/02 e a mínima foi de 13,65 mg/L em 29/07/02. Em setembro e março as médias foram de 36,51 e 35,05 mg/L, sendo que as máximas de 45,56 e 39,40 ocorreram nos dias 16/09/02 e 10/03/03 e as mínimas de 23,34 e 31,15 mg/L nos dias 02/09/02 e 20/03/03 (Figuras 25, 26, 27 e 28).

Figura 25: Variação nas concentrações de CO₂ total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 26: Variação nas concentrações de CO₂ total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de setembro/02.

Figura 27:Variação nas concentrações de CO₂ total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de novembro/02.

Figura 28:Variação nas concentrações de CO₂ total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

6.2.5 Condutividade Elétrica da Água

Nas Figuras 29, 30, 31 e 32 observa-se a variação da condutividade elétrica na lagoa facultativa da E.T.E de Cajati. A condutividade foi maior em novembro, com valor médio de $375 \mu\text{S/cm}$, sendo o mínimo de $328 \mu\text{S/cm}$ observado em 20/11/02 e o máximo de $400 \mu\text{S/cm}$ no dia 11/11/02. Nos meses de junho e julho ocorreu a menor média ($107 \mu\text{S/cm}$), sendo que a condutividade máxima de $129 \mu\text{S/cm}$ foi encontrada em 04/07/02 e a mínima, de $86 \mu\text{S/cm}$ em 15/07/02. Em setembro e março as médias foram de 270 e $277 \mu\text{S/cm}$, com máximas de 364 e $325 \mu\text{S/cm}$ nos dias 30/09/02 e 06/03/03 e mínimas de 195 e $248 \mu\text{S/cm}$ nos dias 02/09/02 e 20/03/03.

Figura 29: Variação da condutividade elétrica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 30:Variação da condutividade elétrica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de setembro/02.

Figura 31:Variação da condutividade elétrica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de novembro/02.

Figura 32: Variação da condutividade elétrica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

6.2.6 Fósforo e Nitrogênio Totais

A concentração média de fósforo total obtida em junho e julho foi de 0,04 mg/L, com concentração máxima de 0,12 mg/L observada em 15/07/02 e mínima de 0 mg/L. Em setembro, a concentração média de fósforo total foi de 2,45 mg/L, com valor máximo de 2,99 mg/L em 02/09/02 e mínimo de 1,98 mg/L em 09/09/02; nessa amostragem a lagoa encontrava-se em transição de ambiente lótico para lântico e começou a receber o efluente doméstico. Nos meses de novembro e março as concentrações médias foram de 3,87 e 1,90 mg/L, com máximas de 4,67 e 3,6 mg/L nos dias 03/11/02 e 06/03/03 e mínimas de 3,05 e 1,15 mg/L em 20/11/02 e 13/03/03 (Figuras 33, 34, 35 e 36).

Figura 33:Variação das concentrações de fósforo total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 34:Variação das concentrações de fósforo total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 35:Variação das concentrações de fósforo total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de novembro/02.

Figura 36:Variação das concentrações de fósforo total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03.

Nos meses de junho e julho foram observados baixos valores de nitrogênio total, provavelmente devido ao fato da lagoa estar em fase de enchimento (Figura 37). Em setembro, (Figura 38), a concentração média foi de 62 mg/L, com uma máxima de 73 mg/L em 30/09/02 e mínima de 46 mg/L em 02/09/02. A concentração máxima de nitrogênio total no mês de novembro foi de 117 mg/L (18/11/02), com mínima de 48 mg/L em 27/11/02 e uma média de 77 mg/L (Figura 39); no mês de março, os valores mais baixos provavelmente são resultado de, em janeiro/2003, a lagoa ter sido desativada por problemas nas elevatórias (Figura 40). As concentrações médias obtidas foram de 10 e 25 mg/L, com máximas de 15 e 36 mg/L nos dias 24/07/02 e 20/03/03 e mínimas de 7 e 15 mg/L em 10/07/02 e 10/03/03.

Figura 37: Variação das concentrações de nitrogênio total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 38: Variação das concentrações de nitrogênio total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de setembro/02.

Figura 39: Variação das concentrações de nitrogênio total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de novembro/02.

Figura 40: Variação das concentrações de nitrogênio total, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

6.2.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio

O valor médio da demanda bioquímica de oxigênio nos meses de junho e julho foi de 7,75 mg/L, com concentração máxima de 10 mg/L em 24/07/02 e mínima de 0mg/L (Figura 41). Em agosto, a lagoa entrou em operação e em setembro a concentração média foi de 39,2 mg/L, com máxima de 100 mg/L em 23/09/02 e mínima de 15 mg/L no dia 02/09/02 (Figura 42). Nos meses de novembro e março as concentrações médias observadas foram de 30 e 16 mg/L, com máximas de 50 e 36 mg/L nos dias 27/11/02 e 03/03/03 e mínimas de 20 e 16 mg/L em 03 e 11/11/02 e 03/03/03 (Figuras 43 e 44).

Figura 41: Variação das concentrações de DBO_5^{20} , na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 42: Variação das concentrações de DBO_5^{20} , da Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de setembro/02.

Figura 43: Variação das concentrações de DBO₅²⁰, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de novembro/02.

Figura 44: Variação das concentrações de DBO₅²⁰, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

6.3 Comunidade Fitoplanctônica

6.3.1 Análise Qualitativa

Foram identificados 63 taxa, sendo Chlorophyceae a classe que apresentou maior número de representantes com 29 espécies e 16 gêneros. Cyanophyceae foi representada por 13 taxa, seguida por Bacillariophyceae com 8 taxa, Euglenophyceae com 7, Chrysophyceae com 3, Zygnemaphyceae com 2 e Dinophyceae com 1 taxon (Tabela 3 e Figura 45).

Tabela 3: Lista de taxa registradas na ETE de Cajatí, nos meses de junho, julho, setembro e novembro de 2002, e em março de 2003.

CYANOPHYCEAE	
<i>Anabaena affinis</i>	<i>Merismopedia tenuissima</i>
<i>Anabaena inaequalis</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>Chroococcus palidus</i>	<i>Planktolyngbya subtilis</i>
<i>Chroococcus turicensis</i>	<i>Raphydiopsis curvata</i>
<i>Cyanophyceae não identificada 1</i>	<i>Synechocystis aquatilis</i>
<i>Cyanophyceae não identificada 2</i>	<i>Synechococcus nidulans</i>
<i>Merismopedia punctata</i>	
CHLOROPHYCEAE	
<i>Actinastrum hantzschii</i>	<i>Ourococcus bicaudatus</i>
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	<i>Scenedesmus acutiformis</i>
<i>Chlamydomonas sp1</i>	<i>Scenedesmus acutus</i>
<i>Chlamydomonas sp2</i>	<i>Scenedesmus armatus</i>
<i>Chlorella fusca</i>	<i>Scenedesmus decorus</i>
<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Scenedesmus intermedius</i>
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Scenedesmus ovalternus</i>
<i>Crucigenia sp</i>	<i>Scenedesmus ovalternus var. graevenitzii</i>
<i>Dictiosphaerium pulchellum</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Dictiosphaerium sp1</i>	<i>Schoroderia robusta</i>
<i>Golenkiniopsis parula</i>	<i>Schoroderia setigera</i>
<i>Lagerheimia chodati</i>	<i>Tetraedron caudatum</i>
<i>Monoraphidium irregulare</i>	<i>Tetraedron minimum</i>
<i>Monoraphidium komarovae</i>	<i>Treubaria schimidei</i>
	<i>Ulothrix variabilis</i>
BACILLARIOPHYCEAE	
<i>Achnantes exigua</i>	<i>Cyclotella stelligera</i>
<i>Achnantes lanceolata</i>	<i>Navicula grimmei</i>
<i>Anomoeoneis exilis</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>
<i>Cymbella turgida</i>	<i>Pinnularia viridis</i>
EUGLENOPHYCEAE	
<i>Euglena proxima</i>	<i>Phacus sp 2</i>
<i>Euglena sp 1</i>	<i>Trachelomonas similis</i>
<i>Euglena sp 2</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>
<i>Phacus sp 1</i>

DINOPHYCEAE
<i>Peridinium sp</i>
ZYGNEMAPHYCEAE
<i>Closterium subulatum</i>
<i>Cosmarium depressum</i>
CHRYSTOPHYCEAE
<i>Dinobryon elegantissimum</i>
<i>Dinobryon sertularia</i>
<i>Mallomonas sp</i>

Figura 45: Número de espécies e de gêneros para cada classe registrada durante o período de estudo na ETE de Cajatí, SP.

6.3.2 Flutuações Temporais na Densidade, Abundância Relativa, Diversidade, Equidade, Riqueza e Dominância.

Os meses de junho e julho apresentaram densidade mínima de 2.756 ind/L em 01/07/02 e máxima de 30.955 ind/L em 24/07/02, com média de 12.071 ind/L (Figura 46). A classe que se apresentou mais representativa neste período foi Chlorophyceae, com 84%. Em setembro, a densidade média obtida foi de 97.379 ind/L, com mínima de 8.383 ind/L em 16/09/02 e máxima de 375.884 ind/L, em 23/09/02 (Figura 47). Chlorophyceae (48%) e Cyanophyceae (47%) foram as classes que apresentaram as maiores densidades naquele mês. A densidade média em novembro foi de 92.328 ind/L (Figura 48) (a mínima em 07/11/02 foi de 19.761 ind/L e a máxima em 25/11/02 de 359.301

ind/l). Neste período Cyanophyceae contribuiu com 64%, seguida de Chlorophyceae, com 41%. No mês de março/03, a média foi de 36.598 ind/L. Em 13/03/03, a densidade mínima foi de *Monoraphidium irregulare* 10.701 ind/L e a máxima de 48.459 ind/L em 06/03/03 (Figura 49). Chlorophyceae foi a classe mais representativa, com 65%.

Figura 46: Variação na densidade dos organismos fitoplantônicos, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 47: Variação na densidade dos organismos fitoplantônicos, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 48:Variação na densidade dos organismos fitoplanctônicas, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de novembro/02.

Figura 49:Variação na densidade dos organismos fitoplanctônicas, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

Com relação à abundância relativa, as classes Chlorophyceae e Cyanophyceae foram dominantes durante o período de estudo. Nos meses de junho e julho/02 e março de/03 a classe Chlorophyceae foi dominante (84% e 66%, respectivamente) e foi abundante nos meses de setembro/02 (48%) e novembro/02 (42%) (Figura 50).

Figura 50: Variação da abundância relativa de Chlorophyceae na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP).

A classe Cyanophyceae foi dominante em novembro/02 com 65%, ocasional em junho e julho/02 (10%), abundante em setembro/02 (48%) e comum em março/03, com 20% (Figura 51).

Figura 51: Variação da abundância relativa de Cyanophyceae na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP).

As classes Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Dynophyceae, Zygnemaphyceae e Euglenophyceae foram ocasionais em todo o período de estudo, com exceção de Euglenophyceae que em março/03 foi comum (Figura 52 e 53).

Figura 52: Variação da abundância relativa de Bacillariophyceae na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP).

Figura 53: Variação da abundância relativa de Euglenophyceae na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP).

Tabela 4: Abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de estudo.

	Comum 10-29%			Abundante 30-49%		Dominante 50-100%	
Ocasional 1-9%							
Coletas	Cyano	Chloro	Bacilla	Eugleno	Dino	Zygnema	Chryso
17/06/02							
20/06/02							
24/06/02							
27/06/02							
01/07/02							
04/07/02							
10/07/02							
15/07/02							
18/07/02							
22/07/02							
24/07/02							
29/07/02							
02/09/02							
09/09/02							
16/09/02							
23/09/02							
30/09/02							
03/11/02							
07/11/02							
11/11/02							
14/11/02							
18/11/02							
20/11/02							
25/11/02							
27/11/02							
03/03/03							
06/03/03							
10/03/03							
13/03/03							
17/03/03							
20/03/03							
24/03/03							

A maior diversidade específica média ocorreu em março/03 (2,21 bits.org⁻¹), com máximo de 2,47 bits.org⁻¹ em 03/03/03 e mínimo de 1,74 bits.org⁻¹ em 17/03/03. As menores médias foram observadas em junho e julho (1,75 bits.org⁻¹) e setembro/02 (1,77 bits.org⁻¹). O valor máximo, nos meses de junho e julho/02, foi de 2,56 bits.org⁻¹ em 10/07/02; em setembro, valor de 2,58 bits.org⁻¹

ocorreu em 30/09/02; os valores mínimos de diversidade foram de 0,74 bits.org⁻¹ no dia 24/07/02 e 0,82 bits.org⁻¹ em 02/09/02. No mês de novembro/02 obteve-se valor médio de 2,04 bits.org⁻¹, em 11/11/02 com máximo de 2,84 bits.org⁻¹ em 11/11/2002 e mínima de 1,46 bits.org⁻¹ no dia 25/11/02 (Figuras 54,55, 56 e 57).

Figura 54:Variação na diversidade da comunidade fitoplanctônica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 55:Variação na diversidade da comunidade fitoplanctônica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 56:Variação na diversidade da comunidade fitoplanctônica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí, (SP), no período de novembro/02.

Figura 57:Variação na diversidade da comunidade fitoplanctônica, na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de março/03.

Nas Figuras 58, 59, 60 e 61 observa-se a variação da equidade nas diferentes épocas de estudo. Os valores de equidade foram baixos, sendo que o mínimo de 0,16 foi observado em 24/07/02 e os máximos em 10/07/02 (0,56) e em 30/09/02 (0,54). Com relação a novembro e março, os mínimos variaram de 0,60 (25/11/02) e 0,37 (17/03/03), e os máximos de 0,60 e 0,52 ocorreram em 11/11/02 e 03/03/03, respectivamente.

Figura 58: Variação da equidade dos grupos fitoplancônicos (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 59: Variação da equidade dos grupos fitoplancônicos (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 60: Variação da equidade dos grupos fitoplancctônicos (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de novembro/02.

Figura 61: Variação da equidade dos grupos fitoplancctônicos (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03.

Pelas Figuras 62, 63, 64 e 65 observa-se que o índice de dominância foi maior em junho e julho. Neste período, o maior índice foi 0,77 obtido em 24/07/02 e o menor de 0,33 em 01/07/02. No mês de setembro, o maior índice foi de 0,58 (09/09/02) e o menor foi de 0,17 no dia 02/09/02. Em novembro e março os índices máximos foram de 0,60 (25/11/02) e 0,40 (24/03/03) e mínimos de 0,22 (11/11/02) e 0,20 (03/03/03).

Figura 62: Variação nos índices de dominância da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 63: Variação nos índices de dominância da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 64: Variação nos índices de dominância da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de novembro/02.

Figura 65: Variação nos índices de dominância da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03.

A riqueza variou de 0,20 a 0,79 no período estudado. Junho e julho apresentaram riqueza máxima de 0,66 (01 e 10/07/02) e mínima de 0,20 (24/07/02). Em setembro e novembro os valores máximos de riqueza foram 0,75 no dia 30/09/02 e 0,77 em 11/11/02, e mínimos de 0,28 (02/09/02) e 0,39 (25/11/02). Em março foi observada a maior riqueza em 03/03/03 (0,79) e a mínima foi de 0,59 encontrada no dia 24/03/03 (Figuras 66, 67, 68 e 69).

Figura 66:Variação na riqueza da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 67:Variação na riqueza da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 68:Variação na riqueza da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de novembro/02.

Figura 69:Variação na riqueza da comunidade fitoplanctônica (ind/ml), na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03.

6.3.3 Biovolume e Conteúdo de Carbono Fitoplanctônico

Os cálculos utilizados para o volume celular médio e o conteúdo de carbono foram baseados nos organismos dominantes, abundantes ou comuns em um ou mais períodos de estudo, e podem ser observados na Tabela 5 e Figuras 70 e 71. Desta forma, o maior volume celular encontrado foi $143.647 \mu\text{m}^3$ para *Chlorella fusca* (junho e julho/02). Para o conteúdo de carbono fitoplanctônico, neste mesmo período, *Chlorella fusca* contribuiu com 31.691 mgC/L. No mês de setembro foram observados os maiores biovolumes para *Microcystis* ($19.796 \mu\text{m}^3$) e *Chlamydomonas* ($19.965 \mu\text{m}^3$), assim como o conteúdo de carbono fitoplanctônico *Chlamydomonas* (3.982mgC/L) e *Microcystis* (3.947mgC/L). Em novembro, o maior biovolume e conteúdo de carbono fitoplanctônico foi representado por *Microcystis* ($21.150 \mu\text{m}^3$ e 4.231mgC/L) e em março/03 por *Chlamydomonas* ($42.300 \mu\text{m}^3$ e 4.554mgC/L).

Tabela 5: Volume celular médio e conteúdo de carbono fitoplanctônico dos organismos dominantes, abundantes e comuns presentes durante os períodos de estudo.

ORGANISMOS	VOL. CEL. MEDIO - μm^3	CONTEÚDO CARBONO FITOPLANCTÔNICO – mgC/L
<i>Schoroderia robusta</i>	8.760	1.675
<i>Monoraphidium irregulare</i>	1.787	315
<i>Chlorella vulgaris</i>	15.651	3.101
<i>Chlorella fusca</i>	143.647	31.691
<i>Microcystis aeruginosa</i>	18.422	3.662
<i>Chlamydomonas spp</i>	22.479	4.554

Figura 70: Volume celular médio (μm^3) dos organismos dominantes, abundantes e comuns presentes durante o período de estudo.

Figura 71: Conteúdo de carbono fitoplanctônico (mgC/L) dos organismos dominantes, abundantes e comuns presentes durante o período de estudo.

6.3.4 Pigmentos Totais

A concentração de pigmentos totais variou conforme o funcionamento e enchimento da lagoa. Em junho e julho obteve-se valor médio de 18,4 $\mu\text{g/L}$, tendo concentração máxima de 82,2 $\mu\text{g/L}$ em 24/07/2002. Nesta época a lagoa já estava completamente cheia e com características de ambiente lântico. No dia 01/07/2002 foi observado concentração mínima de 2 $\mu\text{g/L}$, valor este que está associado ao fato da lagoa estar em fase inicial de enchimento e com características de ambiente lótico. Em setembro, quando a lagoa entrou em funcionamento a concentração média foi de 360 $\mu\text{g/L}$, com máxima de 1,212 $\mu\text{g/L}$ (23/09/2002) e mínima de 69,6 $\mu\text{g/L}$ (30/09/2002). As concentrações de pigmentos totais em novembro foram as maiores, tendo uma média de 1,301 $\mu\text{g/L}$, sendo a máxima de 7,450 $\mu\text{g/L}$ (03/11/2002) e a mínima de 138 $\mu\text{g/L}$. Em março de 2003, as concentrações observadas foram baixas devido a lagoa ter tido problemas de inundação nas elevatórias no mês de janeiro. Assim, a média observada foi de 376 $\mu\text{g/L}$, sendo a máxima de 749 $\mu\text{g/L}$ (24/03/2003) e a mínima de 112 $\mu\text{g/L}$ (13/03/2003) (Figuras 72, 73, 74 e 75).

Figura 72: Concentração de pigmento total na Lagoa Facultativa da ETE de Cajatí (SP), no período de junho e julho/02.

Figura 73: Concentração de pigmento total na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de setembro/02.

Figura 74: Concentração de pigmento total na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de novembro/02.

Figura 75: Concentração de pigmento total na Lagoa Facultativa da ETE de Cajati (SP), no período de março/03

6.3.5 Estrutura de Tamanho da Comunidade Fitoplanctônica

Com relação ao tamanho da comunidade fitoplanctônica, Cyanophyceae apresentou 64% dos taxa entre 2 – 20 µm (grupo 2), e 18% dos taxa foram registrados para os grupos 1 e 2. A classe Chlorophyceae apresentou registros somente dos grupos 2 (70%) e grupo 3 (29%). Para as demais classes, ocorreu o predomínio dos grupos 2 e 3. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Tamanho e distribuição da comunidade fitoplanctônica segundo grupos e aspecto morfológico

CYANOPHYCEAE			
Espécie	Tamanho (µm)	Grupo	Morfologia
<i>Anabaena affinis</i>	9,1	Grupo 2	Esfera Filamento
<i>Anabaena inaequalis</i>	9,1	Grupo 2	Esfera Filamento
<i>Chroococcus palidus</i>	6,5	Grupo 2	Esfera Unicelular
<i>Chroococcus turicensis</i>	6,5	Grupo 2	Esfera Unicelular
<i>Lyngbya cebbenensis</i>	77	Grupo 3	Cilindro Filamentosa
<i>Merismopedia punctata</i>	2,0	Grupo 1	Paralelo Colonia
<i>Merismopedia tenuissima</i>	2,0	Grupo 1	Paralelo Colonia
<i>Microcystis aeruginosa</i>	5,9	Grupo 2	Esfera Unicelular
<i>Planktolyngbya</i>	343,3	Grupo 3	Cilindro Filamentosa

<i>subtilis</i>			
<i>Synechocystis aquatilis</i>	5,3	Grupo 2	Esfera Unicelular
<i>Synechococcus nidulans</i>	4,1	Grupo 2	Elipsoide Unicelular
CHLOROPHYCEAE			
<i>Actinastrum hantzschii</i>	17	Grupo 2	Cone Colonia
<i>Chlamydomonas sp1</i>	17,5	Grupo 2	Esfera Unicelular
<i>Chlamydomonas sp2</i>	7,6	Grupo 2	Elipsoide Unicelular
<i>Chlorella fusca</i>	7	Grupo 2	Esfera
<i>Chlorella vulgaris</i>	4	Grupo 2	Esfera
<i>Coelastrum microporum</i>	18	Grupo 2	Esfera Cenobio
<i>Crucigenia sp</i>	8	Grupo 2	Paralelo Cenobio
<i>Dictiosphaerium pulchellum</i>	7	Grupo 2	Esfera Colonial
<i>Dictiosphaerium sp1</i>	7	Grupo 2	Esfera Colonial
<i>Golenkiniopsis parula</i>	30	Grupo 3	
<i>Lagerheimia chodati</i>	22	Grupo 3	Elipsoide Unicelulares
<i>Monoraphidium irregulare</i>	34	Grupo 3	2 Cones Unicelulares
<i>Monoraphidium komarovae</i>	41	Grupo 3	
<i>Ourococcus bicaudatus</i>	19	Grupo 2	Elipsoide
<i>Scenedesmus acutiformis</i>	37	Grupo 3	2 Cones Cenobio
<i>Scenedesmus acutus</i>	15	Grupo 2	Elipsoide Cenobio
<i>Scenedesmus armatus</i>	11	Grupo 2	Elipsoide Cenobio
<i>Scenedesmus decorus</i>	6,5	Grupo 2	Elipsoide Cenobio
<i>Scenedesmus intermedius</i>	9,6	Grupo 2	Elipsoide Cenobio
<i>Scenedesmus ovalternus</i>	18	Grupo 2	Elipsoide Cenobio
<i>Scenedesmus ovalternus</i> var. <i>graevenitzi</i>	18	Grupo 2	Elipsoide Cenobio
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	29	Grupo 3	Elipsiode
<i>Schoroderia robusta</i>	34	Grupo 3	2 Cones Unicelulares
<i>Schoroderia setigera</i>	34	Grupo 3	2 Cones Unicelulares
<i>Tetraedron caudatum</i>	6,3	Grupo 2	
<i>Tetraedron minimum</i>	12	Grupo 2	Paralelo Unicelulares
<i>Treubaria schimidlei</i>	12	Grupo 2	Esfera Unicelular

BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Anomoeoneis exilis</i>	28	Grupo 3	
<i>Cyclotella stelligera</i>	14,3	Grupo 2	Cilindro Unicelular
<i>Pinnularia viridis</i>	109	Grupo 3	
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Euglena proxima</i>	54	Grupo 3	Cone
<i>Euglena sp 1</i>	25	Grupo 3	Elipsoide
<i>Euglena sp 2</i>	25	Grupo 3	Elipsoide
<i>Phacus sp 1</i>	110	Grupo 3	Elipsoide
<i>Phacus sp 2</i>	110	Grupo 3	Elipsoide
<i>Trachelomonas similis</i>	21,5	Grupo 3	Elipsoide
<i>Trachelomonas volvocina</i>	21,5	Grupo 3	Esfera
DINOPHYCEAE			
<i>Peridinium sp</i>	47	Grupo 3	Esfera Unicelular
ZYGNEMAPHYCEAE			
<i>Cosmarium depressum</i>	21,2	Grupo 3	Elipsoide
<i>Closterium subulatum</i>	178,4	Grupo 3	2 Cones
<i>Dinobryon elegantissimum</i>	15	Grupo 2	Esfera
<i>Dinobryon sertularia</i>	15	Grupo 2	Esfera Colonia
<i>Mallomonas sp</i>	28	Grupo 3	Elipsoide Unicelular

7. DISCUSSÃO

7.1 Variáveis Físicas e Químicas e sua Influência sobre a Lagoa Facultativa da E.T.E. de Cajati

A população humana se encontra em constante crescimento, promovendo alteração na qualidade da água e dificultando, na maioria das vezes, a recuperação e até mesmo a conservação de ambientes ainda não poluídos.

Ceballos *et al.*, (1998) comentaram que, através de um conjunto simplificado de parâmetros, pode ser realizada, de forma rápida, simples e econômica uma avaliação “in situ” dos efeitos de um novo impacto ou os benefícios de medidas mitigadoras referentes a estações de tratamento de esgotos.

Durante a realização deste estudo, a lagoa facultativa de Cajati (SP), passou por 3 fases distintas de operação: enchimento (junho-julho/02), funcionamento (setembro-novembro/02) e desativação do sistema por problemas ocorridos nas elevatórias (março/03). O que difere este dos demais trabalhos até aqui realizados em estações de tratamento de esgoto, onde foram observadas mudanças da comunidade fitoplanctônica, é que estas também estiveram associadas às diferentes fases.

A estação de tratamento de esgoto (sistema australiano) de Cajati entrou em funcionamento em junho/02; neste período, a lagoa anaeróbia começou a receber o esgoto do município, enquanto que a lagoa facultativa estava em fase de enchimento com água do rio Jacupiranguinha, tendo este se completado no final de agosto/02. Em junho e julho/02 foram observados os menores índices de precipitação, assim como as menores temperaturas do ar, típicos desta época do ano na região. As baixas concentrações de nutrientes e matéria orgânica que ocorreram neste período, somadas ao movimento das massas d'água, contribuíram para que a lagoa facultativa apresentasse uma maior concentração de oxigênio dissolvido. Segundo König *et al.* (1991), altas concentrações de oxigênio dissolvido podem estar associadas às características da região, à variação da produção fotossintética de oxigênio e à reaeração superficial da interface ar/água, que ocorre pela agitação mecânica dos ventos.

Além da influência das variáveis climatológicas, deve-se ressaltar que, como naquele período a lagoa estava sendo abastecida com água do rio Jacupiranguinha, houve, um aumento na vazão. Como consequência, pode ter resultado numa entrada de nutrientes (Figura 33) e de matéria orgânica, alterando assim a composição e, principalmente, a densidade dos microrganismos presentes (Apêndice C). Possivelmente, estes fatos foram preponderantes para os maiores índices de diversidade, biovolume, dominância e abundância encontradas para a classe Chlorophyceae. Segundo Lovo (1997), as clorofíceas da lagoa UFV (Viçosa) constituem um dos principais grupos de algas, do ponto de vista da abundância. Além disso, Souza (1994) comentou que a reduzida DBO_5^{20} encontrada em lagoas facultativas favorece a predominância de Chlorophyceae.

Em meados de julho/02, a lagoa começou a apresentar características de ambiente lântico e, conseqüentemente, ocorreram mudanças na comunidade fitoplanctônica; pode-se observar uma alta correlação entre DBO_5^{20} com a densidade e com a concentração pigmentos totais (Apêndice C). Vale destacar o registro de um considerável aumento nas concentrações de fósforo total a partir do dia 15/07/02 (Figura 33). Segundo Branco (1986), o fósforo participa da composição das águas naturais em quantidades muito pequenas, sendo de grande importância para as funções reprodutivas, além de estar ligado aos metabolismos respiratório e fotossintético dos microrganismos. Esse aumento nas concentrações de fósforo deve estar relacionado com as mudanças nas características do sistema e com o maior tempo de residência da água.

A lagoa facultativa começou a receber carga orgânica em setembro/02, quando passou a apresentar características de ecossistema lântico, raso e hipereutrófico, onde pode-se observar uma alta correlação de DBO_5^{20} com a densidade de pigmentos totais (Apêndice C). Neste período (setembro e novembro/02) foi observado que a temperatura da água variou de 22 °C a 27°C, assim como foi registrado um aumento na ocorrência de chuvas (Tabela 2) e diminuição nas concentrações de oxigênio dissolvido (Figuras 18 e 19). Aliada às condições climáticas (temperatura e precipitação), a carga orgânica recebida foi fator determinante para o aumento dos valores de DBO_5^{20} que passaram de

10 mg/L para 100 mg/L (Figuras 41 e 42). Granado (2004) comentou que altas temperaturas aceleram o metabolismo dos microrganismos e, conseqüentemente, aumentam a velocidade de degradação dos compostos orgânicos e aumento da condutividade. Por outro lado, no entanto, diminuem a solubilidade do oxigênio dissolvido nos líquidos.

A E.T.E Cajatí, em março/03, apresentou os maiores índices de temperatura do ar (Figura 8) e chuvas intensas (Tabela 2). Este último fato ocasionou a inundação das elevatórias no rio Jacupiranguinha, fazendo com que a lagoa fosse desativada. Naquele momento notou-se uma diminuição da densidade fitoplanctônica e um aumento da abundância de fitoflagelados no sistema. Possivelmente o fato esteve associado à concentração de matéria orgânica biodegradável que ficou acumulada no sistema (diminuição da velocidade de escoamento e vazão), já que os fitoflagelados apresentam preferência por ambientes hipereutróficos, rasos e com alto tempo de detenção. Segundo König *et al.* (1994), a presença de algas verdes, com predominância de gêneros flagelados, está associada à queda de DBO_5^{20} (Figura 44) e a diminuição de fósforo total (Apêndice C). Além disso, foram observadas uma alta correlação entre pigmentos totais e material em suspensão e moderada correlação entre densidade fitoplanctônica e fósforo total (Apêndice C).

No sistema em estudo, pode-se observar que o pH variou entre levemente ácido a básico, mostrando um aparente e eficiente tamponamento do sistema. Para Kayombo *et al.* (2002), o pH pode ser utilizado como indicador da eficiência do sistema, ou seja, valores acima de 8 seriam conseqüência de uma taxa fotossintética que demanda mais dióxido de carbono do que as quantidades que são repostas pela respiração e decomposição. Valores abaixo de 8 indicariam que o processo fotossintético está sendo insuficiente na utilização do dióxido de carbono, observando-se altas concentrações deste gás no sistema.

Além disso, foram observadas altas concentrações de material em suspensão e condutividade, comuns em ambientes poluídos. De acordo com Mara (1995), as algas representam de 60 a 90% do material em suspensão presente em lagoas facultativas. No que se refere aos valores de condutividade,

estes seriam decorrentes do processo de decomposição da alta carga de matéria orgânica, ocasionando liberação de substâncias inorgânicas no sistema (GOMES, 2002).

7.2 Estrutura e Mudança Temporal da Comunidade Fitoplanctônica em Lagoas de Estabilização

Raros são os estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em lagoas de estabilização, principalmente no que diz respeito à composição e às variações temporais. Consequentemente, pouco se conhece sobre a mudança da comunidade fitoplanctônica ao longo do tempo e em curtos períodos, e sua inter-relação com as variáveis físicas e químicas em lagoas facultativas. Apesar das lagoas de estabilização serem tidas, também, como sistemas rasos e lênticos, e possuírem características próprias como baixo tempo de detenção, alta concentração de nutrientes e elevada biomassa total, pode-se notar mudanças e alterações das diversas espécies fitoplanctônicas, baseadas no reduzido número de espécies observadas e na elevada densidade de organismos, bem como na concentração de pigmentos totais, no biovolume e no conteúdo de carbono. Estas mudanças do fitoplâncton estão relacionadas com as escalas de tempo reduzido, sendo que o tempo de vida destes organismos varia desde poucas horas a um número variável de dias.

Na E.T.E. de Cajati, mudanças na comunidade fitoplanctônica puderam ser observadas, uma vez que se acompanhou o funcionamento do sistema desde a fase de enchimento da lagoa facultativa, realizada com água do rio Jacupiranguinha, até o instante em que esta se estabilizou como ambiente lêntico e, posteriormente, hipereutrofizado.

Além dos aspectos funcionais do sistema, as condições climáticas exerceram papel fundamental na distribuição temporal dos organismos e interferiram nas variáveis físicas e químicas que, diretamente, alteraram a eficiência e funcionamento da lagoa facultativa, como descritos por König (1984), König *et al.* (1991), Ceballos *et al.* (1997).

A mudança das espécies se explica em termos de uma maior eficiência ou adaptação de cada grupo relacionada a estratégias de sobrevivência, sob uma dada série de condições ambientais.

Reynolds (1996) argumentou que o resultado da interação entre diferentes circunstâncias e processos é, com frequência, o predomínio de determinadas espécies no sistema estudado.

Na lagoa facultativa da E.T.E. de Cajati (SP) observou-se, em junho e julho/02, uma maior contribuição em termos de biovolume e de conteúdo de carbono fitoplanctônico representada por Chlorophyceae (*Chorella* sp, *Monoraphidium* sp e *Schoroderia robusta*), além de uma baixa densidade de organismos. Segundo Reynolds (1996) é importante se avaliar a densidade juntamente com o biovolume, pois a inter-relação fornece dados referentes ao número de organismos e a biomassa em biovolume, uma vez que as células fitoplanctônicas diferem muito quanto as suas dimensões e contribuem, em termos de biomassa, para a comunidade como um todo. Nesse período, no que se refere à abundância, ocorreu um predomínio de Chlorophyceae, representada por *Schoroderia robusta*, *Monoraphidium irregulare* e *Chlorella vulgaris*. Estas espécies são unicelulares (alta relação área/volume), apresentam crescimento rápido, altas taxas metabólicas e necessitam de níveis elevados de radiação solar; são sensíveis ao “grazing” devido ao seu tamanho reduzido e ocorrem em períodos de turbulência, condições estas que foram observadas naquele período, já que a lagoa estava sendo abastecida com a água do rio Jacupiranguinha. Portanto, pode-se observar que a comunidade fitoplanctônica encontrada apresentou características de organismos colonizadores que, de acordo com Reynolds (1988), são considerados C - estrategistas.

Nos dias 17 e 20 de junho pode-se observar maior densidade de *Schoroderia robusta*, no dia 24 de junho a maior densidade foi de *Monoraphidium komarova*, seguida de *Chlorella vulgaris*, presente nos dias 27 de junho, 01 e 04 de julho. Segundo Branco (1986), o interesse sanitário destes organismos pode indicar características ambientais que, no caso do gênero *Chlorella* sp, vive bem em ambientes ricos em matéria orgânica ou em sais minerais, podendo causar odor e mofo.

Nos dias 15, 18, 22, 24 e 29 de julho, as maiores densidades voltaram a ser de *Chlorella vulgaris* constatando-se também neste intervalo as maiores concentrações de fósforo total (Figura 33). Ferreira (1988) afirmou que *Chlorella vulgaris*, por ser uma espécie sob forte efeito de predação,

apresenta manutenção de valores mais elevados de densidade que deve estar ligados ou associados a uma alta taxa de crescimento, típica de organismos C-estrategistas que são oportunistas e que podem ser encontrados em ambientes instáveis.

No período de junho e julho de 2002, em geral, houve predominância de C-estrategistas.

Em setembro, a precipitação (Tabela 2) foi alta quando comparada a dos meses de junho e julho, assim como ocorreu com as concentrações de fósforo e nitrogênio total (Figuras 34 e 38, respectivamente). As classes que apresentaram maior abundância e biovolume foram Chlorophyceae e Cyanophyceae. No dias 02 e 09 de setembro, as maiores densidades observadas foram para células de *Microcystis aeruginosa*, consideradas organismos S-estrategistas (REYNOLDS, 1988). Segundo Kilham e Hecky (1988) e Kromkamp *et al.* (1989), estes organismos são especialistas em estocar fosfato e eficientes em regular suas densidades (habilidade para flutuação), além de requererem altas temperaturas e de dificilmente sofrerem ação dos herbívoros.

Em 16 e 23 de setembro, a maior densidade foi de *Chlamydomonas spp* e no dia 30 de setembro foi de *Chlorella vulgaris*. Ressalta-se que no dia 23 do referido mês foram observadas altas densidade fitoplanctônica e DBO_5^{20} (Figura 42), além de decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido. De maneira geral, os altos valores de densidade da classe Chlorophyceae foi devido ao fato destes organismos apresentarem estruturas com bainha mucilaginosa, gotículas de óleo e aumento da relação superfície/volume, além de espinhos e seta, que são adaptações para auxiliar a flutuação. Vale também destacar que *Chlamydomonas spp* é uma espécie que requer maior disponibilidade de nutrientes, e que *Microcystis aeruginosa*, segundo Sommer *et al.* (1993), são típicas de fase sucessional em equilíbrio, com características das fases finais de uma sucessão.

No mês de novembro/02, Cyanophyceae apresentou a maior abundância e biovolume, seguida por Chlorophyceae. Isto pode estar ligado ao fato da lagoa estar recebendo grande aporte de matéria orgânica, além das condições climáticas serem consideradas favoráveis. O sucesso das cianobactérias em ambientes hipereutróficos deve-se, entre outros fatores, à baixa necessidade de luz, à temperatura

ótima mais elevada, ao acúmulo de fósforo no sedimento e posterior migração para a superfície e à presença de aerótopos (DOKULIL e TEUBNER, 2000). Com relação às Chlorophyceae, destacaram-se *Chlamydomonas* spp e *Chlorella vulgaris*, por predominarem em ambientes com maior disponibilidade de nutrientes, como pode ser observado nas Figuras 34, 38 e 42, ressaltando-se também, neste período, um aumento da condutividade (Figura 30). Em novembro/02, as maiores densidades foram representadas por *Microcystis aeruginosa* (S-estrategista) nos dias 03, 07, 14 e 20 e, nos dias 11, 18 e 25 foram representadas por *Chlamydomonas* spp. Segundo Olrik (1994), as *Chlamydomonas* spp se encontram na transição entre colonizadoras e tolerantes à perturbação e ao estresse.

No mês de março de 2003, observou-se uma maior densidade, biovolume e carbono fitoplanctônico relativo a *Chlamydomonas* spp. Neste período, constatarem-se os mais altos valores de temperatura do ar (Figura 15) e precipitação (Tabela 2), bem como diminuição do oxigênio dissolvido (Figura 20) e da DBO₅²⁰ (Figura 44), além de um decréscimo nas concentrações de fósforo e nitrogênio totais, quando comparados com os valores apresentados em setembro e novembro de 2002. Assim sendo, a classe Chlorophyceae apresentou a maior abundância, ocorrendo o predomínio de *Chlamydomonas* spp. Segundo Calijuri (1999), a intensidade dos processos de mistura da água dificulta o “grazing”, podendo assim ter sido responsável pelo predomínio desta espécie. Segundo Mendonça (2000), *Chlamydomonas* spp é uma alga freqüente em lagoas pouco profundas, como é o caso da lagoa facultativa da E.T.E. de Cajati (SP) além de ser capaz de crescer na presença de altas cargas orgânicas e de sobreviver, muitas vezes, em condições anaeróbias. Portanto, foi verificado pelos valores de OD, DBO₅²⁰ e concentração de gás carbônico uma baixa eficiência do sistema em março/03 evidenciado, também, pela presença de *Chlamydomonas* spp.

Os trabalhos de Huszar (1994), Silva (1995), Calijuri (1999), Souza (2000) e Tucci (2002) comentaram que as mudanças temporais autogênicas não ocorrem em função de fatores alogênicos, que impedem que se estabeleça a sucessão autogênica, e explicam através da hipótese do distúrbio

intermediário, as variações ocorridas na composição e abundância das espécies. Assim, pode-se constatar que o processo “sucessional” da comunidade fitoplanctônica da lagoa facultativa da E.T.E. Cajati (SP) foi direcionada por fatores alogênicos. Segundo Round (1971); Lewis (1978); Reynolds (1988) e Garcia de Emiliani (1993), sucessões podem ser detidas e retrocederem a estágios anteriores em função de alterações alogênicas do ambiente, tais como distúrbios externos causados por cheias e tempestades.

A poluição da água determina uma diminuição da diversidade, tanto por estabelecer condições rigorosas em que poucas espécies podem resistir, como por estimular o forte desenvolvimento de umas poucas espécies em ambientes a elas favoráveis. Pielou (1966 a, b, c; 1975), salientou que o valor numérico da diversidade é influenciado tanto pelo número total de espécies quanto pelo número de indivíduos pertencentes às diferentes espécies, tendendo a ser baixo nos ecossistemas controlados fisicamente (isto é, sujeito a fortes fatores limitantes) e alto, nos ecossistemas controlados biologicamente. De acordo com Palmer (1969), a diversidade de algas em lagoas de estabilização estaria sendo mais influenciada pela concentração de matéria orgânica do que pelo pH, oxigênio dissolvido, intensidade luminosa, temperatura e tamanho do reator.

Assim, foi observado que a heterogeneidade da qualidade ambiental, sob efeitos de perturbações poluidoras, alteraram a composição da comunidade fitoplanctônica da lagoa facultativa, qualitativa e quantitativamente, selecionando espécies mais competitivas cujos desenvolvimentos tornaram-se evidenciados pelas alterações observadas no sistema.

Neste sentido, o conhecimento da composição fitoplanctônica e da estrutura da comunidade em lagoas de tratamento de esgoto é fundamental, pois a partir deste, é possível avaliar o funcionamento e a eficiência desses sistemas. Desta forma, os gêneros que mais se destacaram na lagoa facultativa em estudo e que podem vir a causar problemas sanitários foram *Chlorella spp*, *Chlamydomonas spp*, *Raphidopsis spp* e *Microcystis spp*, gêneros estes comuns em lagoas de estabilização ou em ambientes hipereutróficos, conforme apontam os trabalhos desenvolvidos por Ceballos (1997 e 1998).

A composição, distribuição e mudança temporal observadas nos meses estudados mostraram fortes evidências de sensibilidade da comunidade fitoplanctônica. Assim, ocorreram modificações na densidade, abundância e biomassa do fitoplâncton que foram fortemente reguladas pelos fatores climáticos, com ênfase na precipitação que influenciou no funcionamento da lagoa, ocasionando mudanças no tempo de detenção hidráulica e na homogeneização do sistema. Desta forma, constatou-se, em setembro e novembro, maiores concentrações de nutrientes e de material fecal (esgoto) (Com. pes.), assim como altas DBO_5^{20} e concentração de CO_2 total. Estes resultados foram reforçados pelas altas temperaturas ambientais, comuns à região nessa época, e pelos nutrientes liberados na decomposição biológica da matéria orgânica exógena, que rapidamente devem ter sido assimilados pelos organismos autotróficos. Segundo Ceballos *et al.* (1997), a distribuição do fitoplâncton é dependente da interação entre sua fisiologia e as variações físico-químicas do sistema.

Quando consideramos o ordenamento referente aos gêneros de algas identificados na lagoa facultativa, observamos que este foi correspondente aos diferentes níveis de funcionamento e eficiência do sistema. Segundo Ceballos *et al.* (op. cit), análises deste tipo servem para esclarecer o funcionamento do sistema e avaliar seu nível de contaminação e poluição, e orientar as tomadas de decisões relacionadas à gestão.

De acordo com Mendonça (2000), o número de gêneros de algas encontrado em lagoas de estabilização é pequeno e, em geral, pertencem ao grupo das Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta e Bacillariophyta. Entretanto, nestes ambientes os gêneros mais freqüentes nem sempre estão presentes durante todo o ano (SENNA 1967; PEARSON E SILVA 1979). O desaparecimento e as baixas densidades de outros grupos, mesmo sendo associados à probabilidade de registrá-los (LEWIS, 1978), podem ter sido decorrentes da recolonização, através de inóculos que tenham persistido no ambiente e/ou sido trazidos, neste caso, no período de enchimento da lagoa, que foi realizada com a água do rio Jacupiranguinha, e até mesmo da entrada da carga orgânica no sistema, após o início do seu funcionamento.

Neste caso, se faz necessária a elaboração de programas eficientes de gerenciamento de recursos hídricos baseados nas características da região em estudo. Deste gerenciamento devem resultar ações que abordem definições e determinações de padrões da qualidade do ambiente em estudo, a fim de classificar e estabelecer normas para melhor funcionamento e eficiência dos corpos receptores, de águas residuárias com ênfase em lagoas de estabilização, em regiões tropicais. Além disso, deve-se estabelecer normas para o padrão de lançamento de efluentes assim como análises do sedimento que sejam mais condizentes com áreas onde o clima é quente e as precipitações elevadas, como é o caso da E.T.E. de Cajati (SP).

8. CONCLUSÕES

1. Processo “sucessional” da comunidade fitoplanctônica na lagoa facultativa da E.T.E. Cajati, SP foi direcionado por fatores alogênicos;
2. A heterogeneidade da qualidade ambiental, sob efeitos de perturbações poluidoras, alteraram a composição quali e quantitativa da comunidade fitoplanctônica selecionando espécies mais competitivas;
3. Em junho/julho foram observados maiores índices de dominância e setembro, novembro e março/03 maiores índices de riqueza. Para estes dois últimos meses foi constatada maior diversidade;
4. As principais classes encontradas foram: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Zygnemaphyceae e Chrysophyceae;
5. Chlorophyceae predominou em junho-julho/02; em setembro e novembro/02 o predomínio foi de Cyanophyceae, seguida de Chlorophyceae e, em março/03 o predomínio foi de Chlorophyceae;
6. Nas três fases de operação, com relação a densidade e biomassa destacaram-se: *Chlorella sp*, *Microcystis sp* / *Chlamydomonas sp* e *Chlamydomonas sp*;
7. Em junho, julho e setembro/02, ocorreu uma alta correlação entre DBO_5^{20} , com a densidade e pigmentos totais;
8. Novembro/02 e março/03, ocorreu alta correlação entre pigmentos totais e material em suspensão e moderada correlação entre densidade e fósforo total;
9. O grau de reposição do fitoplâncton e a mudança temporal esteve associado as variáveis físicas, químicas e climatológicas, além da diversidade, funcionamento e operação da lagoa;
10. A composição da comunidade fitoplanctônica esteve relacionada às condições físicas e químicas do efluente final da lagoa facultativa, podendo ser considerada indicadora do funcionamento do sistema.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, T.F.H. E STARR, T.B. (1982). *Hierarchy: Perspectives for ecological complexity*. Chicago: University of Chicago Press, 328 p.

APHA, AWWA, WPCF (1998). American Public Health Association – Standard methods for the examination of water and wastewater. 20^a Ed. New York, USA, .

AZEVEDO NETTO, J. M. (1967). *Lagoas de estabilização. Generalidades – Desenvolvimento – Histórico*. In: Lagoas de Estabilização, cap. 1, São Paulo, S.P. Faculdade de Higiene e Saúde. 6 p.

BEYRUTH, Z. (1996). *Comunidade fitoplancônica da represa de Guarapiranga: 1991-92. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental*. São Paulo. 191 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

_____ (2000). Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga reservoir, São Paulo state, Brazil. *Hydrobiologia*. v. 424, p. 51-65.

BICUDO, C.E.M. E BICUDO. R.M.T. (1970). *Algas de águas continentais brasileiras: chave ilustrada para identificação de gêneros*. São Paulo, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências.

BOURRELY, P. (1972). *Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 1: les algues vertes*. Paris: Éditions N. Boubée. 572 p.

_____ (1981). *Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 2: les algues jaunes et bleues, les Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées*. Vol. 2. Paris: Éditions N. Boubée. 517 p.

_____ (1985). *Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 3: les algues brunes et rouges, les Eugléniens, Peridiniens, et Cryptomonadines*. Vol. 3. (Ed. rev. aum.) Paris: Éditions N. Boubée. 606 p.

BRANCO, S.M. (1986). *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. 3ª. ed. São Paulo: Cetesb/Ascetesb, 616p.

BRESSAN, F. A. (2001). *Fatores reguladores da dominância de *Cylindropermopsis raciborskii* (Woloszynska Seenayya e Subb-Raju no reservatório Tabocas, Caruaru, PE*. Rio de Janeiro. 37 p. Dissertação (Mestrado) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BISTRICHI, A.C. *et al.* (1981). *Mapa Geológico do estado de São Paulo – 1:5 000 000*. Divisão de Minas e Geologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo S.A. São Paulo, IPT. 126 p.

CALIJURI, M.C. (1985). *Curvas de luz-fotossíntese e fatores ecológicos -represa do Broa (Lobo), São Carlos, SP*. São Carlos. 280 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

CALIJURI, M.C. E DOS SANTOS, A.C.A. (1996). Short-term changes in the Barra Bonita reservoir (São Paulo, Brazil): emphasis on the phytoplankton communities. *Hydrobiologia*. v. 330, p. 163-175.

CALIJURI, M.C. (1999). *A comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical (Barra Bonita, S.P)*. 211 p. Tese (Livre-docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

CALIJURI, M.C. e DOS SANTOS, A.C.A. (2002). Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP – Brazil). *Journal of Plankton Research*. v. 24, n.7, p. 617-634.

CASSIANO, A.M. (2001). *Fontes de Contaminação por elementos-traço na bacia do rio ribeira (SP-BR): estratégias para remediação de uma área de disposição de rejeitos de mineração de Pb-Ag*. 159 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

CEBALLOS, B.S.O.; SOUSA, M.S.M.; KÖNIG, A. (1997). Influência da biomassa algal nas flutuações de qualidade da coluna de água e do efluente final no ciclo diário de uma lagoa facultativa primária. *18º Congreso Brasileño de Ingenieria Sanitária y Ambiental* (em disquete).

CEBALLOS, B.S.O.; DINIZ, C.R.; KÖNIG, A. (1998). Algas como bioindicadores do nível trófico de ecossistemas lênticos do semi árido paraibano. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 3, n.3, jul/set e n. 4 out/dez, p: 137-145.

CERQUEIRA, B.M. (1995). *Caracterização limnológica e produtividade primária em lagoas de estabilização em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil*. 121p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

DOKULIL, M.T. E TEUBNER, K. (2000). Cyanobacterial dominance in lakes. *Hydrobiologia*, 438: 1-12

FERREIRA, C.J.A. (1988). *Análise da distribuição espaço-temporal do fitoplâncton da lagoa de estabilização do Guará, Brasília, Distrito Federal*. 115 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, UnB.

FERREIRA, R.A.R. (1998). *Flutuações de curto prazo da comunidade fitoplanctônica na represa de Jurumirim (rio Paranapanema, São Paulo), em duas estações do ano (seca e chuvosa)*. 227 p. Dissertação (Mestrado) – USP.

GARCIA DE EMILIANI, M.O. (1993). Seasonal succession of phytoplankton in a lake of the Paraná river flood-plain, Argentina. *Hydrobiologia*. n. 264, p. 101-114.

GLOYNA, E.F. (1973). *Estanques de estabilizacion de aguas residuales*. Ginebra: 192 p.

GOLTERMAN, H. L.; CLIMO, R. S. E OHNSTAD, M. A. M. (1978). *Methods for chemical analysis of freshwater*. IBP – Handbook. Oxford: Blackwell Scientific Publications. n. 8, 213 p.

GOMES, J.L.C.S. (2002). *Estudo comparativo entre oito sistemas de lagoas de estabilização da região noroeste do Estado de São Paulo*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GRANADO, D. C. (2004). *Variações nictemerais e sazonais na estrutura da comunidade fitoplanctônica num sistema de lagoas de estabilização (Novo Horizonte – SP)*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GRIME, J. (1979). *Competition and the struggle for existence*. In: ANDERSON, R.M.; TURNER, B.D. E TAYLOR, L.R. (eds). Population dynamics. 20th Symposium of the British Ecological Society. London: Blackwell Scientific Publication. p. 123-129.

HAPPEY-WOOD, C.M. (1988). *Ecology of freshwater planktonic green algae*. In: C.D. Sandgren (Ed). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press, p. 103-133.

HARRIS, G.P. (1980). Temporal and spatial scales in phytoplankton ecology mechanisms methods, models, and management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. v. 37, p. 877-900.

_____ (1986). *Phytoplankton ecology. Structure, function and fluctuation*. London: Chapman and Hall, 384 p.

HUSZAR, V.L.M. (1994). *Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará, Brasil): Estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais*. Tese (Doutorado) – Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.

HUSZAR, V.L.M. E SILVA, L.H.S. (1999). A estrutura da comunidade fitoplanctônica no Brasil: cinco décadas de estudo. *Limnotemas. Publi. Soc. Bras. De Limnologia*.

HUTCHINSON, G.E. (1967). *A treatise limnology*. Vol. II. New York: John Wiley e Sons Inc., 1115p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (1982). *Carta de Utilização da terra do estado de São Paulo*. Folhas Itararé e Iguape. (1:250.000).

KAYOMBO, S. *et al.*, (2002) Diurnal cycles of variation of physical-chemical parameters in waste stabilization ponds. *Ecological Engineering*, v. 18, p. 287 -291.

KELLNER, E.; PIRES, E. C. (1998). *Lagoas de estabilização: projeto e operação*. Rio de Janeiro, Brasil: ABES, 244p.

- KILHAM, P. E HECKY, R.E. (1988). Comparative ecology of marine and freshwater phytoplankton. *Limnol.Oceanogr.*, v. 33, 776-795.
- KÖNIG, A. (1984). *Ecophysiological studies on some algae and bacteria on waste stabilization ponds*. Tese de Doutorado, Universidade de Liverpool, Inglaterra, p 175.
- KÖNIG, A.; CEBALLOS, B.S.O; FLORENTINO , I.Q.B.; FREITAS, V.L.B. (1991). Avaliações do ciclo diário de parametros fisico-quimicos e microbiológicos de um sistema de lagoas de estabilização em escala real. *Anais do 16º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Tomo I: 20-36 p.
- KÖNIG, A.; CEBALLOS, B.S.O. E SOUSA, M.S.M. (1994). Variación estacional de la composición del fitoplancton en el ciclo nictemeral de una laguna facultativa secundaria. *I Congreso y III Reunión Argentina de Limnologia*, Tankay, 43-47.
- KROMKAMP, J.C.; VAN DEN HEUVEL, A.; MUR, L.R. (1989) Phosphorus uptake ad photosynthesis by phosphate limited cultures of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. *Br. Phycol.J.* v.24, p. 347-355.
- LAMPERT, W. E SOMMER, U. (1997). *Limnoecology – the ecology of lakes and streams*. New York: Oxford University Press, 382 p.
- LEWIS JR, W.M. (1978) Spatial distribution of the phytoplankton in a tropical lake. *Int. Revue ges. Hydrogr.*, v. 63, n. 5, p: 619-635.
- LIMA, F. (1984). Avaliação da eficiência das lagoas facultativas fotossintéticas. *Engenharia Sanitária*. v. 23 (1) : 62 – 64 p.
- LOBO, E. E LEIGHTON, G. (1986). Estructuras de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, v. 22, n. 1, p. 1-29.
- LOPES, M.R.M. (1999). *Eventos perturbatórios que afetam a biomassa, a composição e a diversidade de espécies do fitoplâncton em um lago tropical oligotrófico raso (Lago do Instituto*

Astronômico e Geofísico), São Paulo. 213 p. Tese (Doutorado) – Ciências (Área de Botânica), USP.

LOVO, I.C. (1997). Flora de clorofíceas (divisão Chlorophyta) de um corpo d'água no campus da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 157p.

LUND, J.W.G.; KIPLING, C. E CREN, E. D. LE. (1958). The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*. n. 11, p. 143-170.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J. E TALLING, J.F. (1978). Water analysis some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association Scientific Publication*. Kendall: Titus Wilson e Son Ltda. n. 36, 117 p.

MARA, D.D. (1995). Waste stabilization ponds: effluent quality requirements and implications for process desing. In: *IAWQ – International Specialist Conference Waste Stabilization Ponds: Technology and Aplications*, João Pessoa, PB.

MARA, D.D. *et.al.* (1992). Waste stabilization ponds: a viable alternative for small community treatment systens. *Journal of the Institution on water and Enviroment Management*, v. 6, n. 1, p. 74-79, February.

MARGALEF, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona: Editora. Omega. 1010 p.

MAC ARTHUR, R.H. E WILSON, E.O. (1967). *The teory of island biogeography*. Princeton., Princeton Univ. Press.

MCCOLLOUGH, J.D.; JACKSON, D.W. (1985). Composition and productivity of the bentic macroinvertebrate community of a subtropical reservoir. *Rev. Gesamten Hydrobiol.*, v. 70, n2, p. 221-235.

MENDONÇA, S.R. (2000). *Sistemas de lagunas de estabilización: cómo utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadio*. Santa Fé de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, 370p.

- MENEZES, M. E DIAS, I.C.A. (2001). *Biodiversidade de algas de ambientes continentais do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 256 p.
- MIWA, A.C.P. (2003). Comparação e avaliação dos métodos colorimétricos utilizados para determinação de proteínas em lagoas de estabilização. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- MOURA, A.T.N. (1996). *Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplancônica numa lagoa eutrófica, São Paulo, SP, Brasil, a curtos períodos de tempo: comparação entre épocas de chuva e seca*. 172 p. Dissertação (Mestrado). – Botânica, Universidade Estadual de Rio Claro.
- ODUM, E. P. (1969) The strategy of ecosystem development. *Science*, 164, p: 262-270.
- _____ (1988). *Ecologia*. Ed. Guanabara. Rio de Janeiro. 434 p.
- _____ (1997). *Fundamentos de Ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, p 927.
- OLRIK, K. (1994). Phytoplankton ecology: determining factors for the distribution of phytoplankton in freshwater and the sea. Miljø project n 251, Danish Environmental Protection Agency, Denmark, 183p.
- PAERL, H.W. (1988). *Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (Cyanobacteria)*. In: C.D. Sandgren (Ed). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press, p. 261-314.
- PALMER, M.C. (1969). A composite rating of algae tolerating organic pollution. *J. Phycol.*, v. 5, p. 78 – 82.
- PEARSON, H.W. E SILVA, S.A. (1979). Variações diurnas de certos parâmetros físico-químicos e biológicos em efluentes de lagoas facultativas e de maturação. *10º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*.
- PIELOU, E.C. (1975). *Ecological diversity*. Wiley e Sons Inc., New York.
- _____ (1966a). The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, v. 13, p. 131-144.

_____ (1966b). Species -diversity and pattern-diversity in the study of ecological sucession. *J. Theoret. Biol.*, v. 10, p. 370-383.

_____ (1966c). Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and disuse. *Amer. Nat.*, v. 100, p. 463-465.

PESSOA, C.A. E JORDÃO, E.P. (1975). *Tratamento de esgotos domésticos*. São Paulo: CETESB, 496 p.

POOLE, R. W. (1974). *A introduction to quantitative ecology*. London, McGraw Hill. 165 p.

PIANKA, E.R. (1970). On r and k selection. *Am. Nat.* v.104, p. 592-597.

REYNOLDS, C.S. (1984). Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and enviromental variability. *Freshwater Biology*, v. 14, p. 111-142.

_____ (1987). Cyanobacterial water-blooms. *Advances in Botanical Research*. v.13, p. 67-143.

_____ (1988). *Functional morfology and the adaptative strategies of fresh water phytoplankton*. In: C.D. Sandgren (Ed). *Growth and reprodustive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 388-433.

_____ (1996). The plant life of the pelagic. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, v. 26, p. 97 – 113.

ROCHA, O. E DUNCAN, A. (1985). The relationship between cell carbon and cell volume in freshwater algal species used in zooplanktonic studies. *J. Plank. Res.*, v. 7, n. 2, p. 279-294.

ROUND, F.E. (1971) Taxonomy of the chlorophyta II. *British Phycological Bulletin*, v.6, n.2, p. 235-264.

SANDGREN, C.D. (1988a). *Growth and reprodustive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press, 442 p.

_____ (1988b). *The ecology of Chrysophyteflagellates: their growth and perennation strategies of freshwater phytoplankton*. In: C.D. Sandgren (Ed). *Growth and*

reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press, p. 9-102.

SCHAFER, A. (1985). Fundamentos de Ecologia e Biogeografia da águas continentais. Porto Alegre, Universidade, 532 p.

SENA, O.L.S. (1967). Lagoas de estabilização, início de seu uso no Brasil e a nova agricultura das algas. *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária*, ano 6, n.1.

SHANNON, C.E. E WEAVER, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press. 173 p.

SHIMADA, P; BIDONE, F.R.A; ALMEIDA FILHO, M. (1987). Estudo de lagoas de estabilização para tratamentos de esgoto doméstico na região centro – oeste. *Revista DAEE*, v. 47, n. 150, p. 268-274, Dezembro.

SILVA, L.H.S. (1995). Variabilidade temporal na estrutura da comunidade fitoplanctônica de um reservatório eutrófico, Lago Monte Alegre, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 142p.

SOMMER, U. (1988). Phytoplankton succession in microcosm experiments under simultaneous grazing pressure and resource limitation. *Limnology e Oceanography*, v. 33, n. 5, p. 1037-1054.

SOMMER, U. et. al. (1993). Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. *Hydrobiologia*, v. 249, p. 1-7.

SÃO PAULO (Estado) SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (1989), *Programa de educação ambiental do Vale do Ribeira: os recursos hídricos da Bacia do Rio Ribeira de Iguape do litoral Sul*. Por Glaucir Urenik. São Paulo. v. 4, 40 p. (Série Educação Ambiental).

SOUZA, R.C.R. (2000). *Dinâmica espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica de um reservatório hipereutrófico: Salto Grande (Americana, São Paulo)*. 159 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G. E KUTNER, M. B. (1965). Plankton studies in a Mangrove II: The standing-stock and some ecological factors. Bol. Inst. Oceanog., São Paulo. v. 24, p. 23-41.

TEIXEIRA PINTO, M. A. E ONOYAMA, M. T. O (1991). *Processo de tratamento de esgotos por lagoas de estabilização de alta taxa*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE EUTROFIZAÇÃO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA, Brasília, Br. p. 109-119.

TRAIN, S. (1998). *Flutuações temporais da comunidade fitoplanctônica do sub-sistemario bacia lagoa do Guaraná planície de inundação do alto rio Paraná, Baitaporã, MS*. 189 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

TUCCI, A (2002). *Sucessão da Comunidade Fitoplanctônica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil*. 274 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências de Rio Claro, UNESP.

UEHARA, M.Y. E VIDAL, W.L. (1989). *Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas*. São Paulo, CETESB.

UTHERMOHL, H. (1958). On the perfecting of quantitative phytoplankton method. *Int. Ass. Theor. Appl. Limnol. Commun.* n. 9.

VALENTIN, J.L. (2000). *Ecologia Numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Editora Interciência, 117p.

VICTORETTI, B.A. (1964). *Contribuição ao emprego de lagoas de estabilização como processo para depuração de esgotos domésticos*. São Paulo, 158 p. Tese (Livre-docência) – Escola Politécnica da USP.

VON SPERLING, M. (1996a). *Lagoas de Estabilização*. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 140 p.

_____ (1996b). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2ª ed., Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 243 p

WETZEL, R.G. E LIKENS, G.E. (1991). Limnological analyses. 2° ed. New York: Springer-Verlang.

391 p.

APÊNDICE A : VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA AS DIFERENTES VARIÁVEIS DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO

Valores médios obtidos para as variáveis físico-químicas e biológicas durante o período de estudo

Variáveis físico-químicas												
Coletas	Chuva	T (°C)		MST	OD	Alcal.	DBO ₅ ²⁰	pH	CO ₂ T	Cond.	PT	NT
		Ar	Água									
Jun-jul/02	94,7	24	22	1,6	*9,2	33	7,75	7,5	16,75	107	0,04	~ 10
Set/02	106,9	24	22	*67,3	5,58	75	*39,2	7,5	36,51	270	2,45	62
Nov/02	173,2	29	27	9,2	5,12	*97	30	7,8	*44,09	*375	*3,87	*117
Mar/03	*257	28	27	7,9 (max=26,2)	4,41	79	16	*8,2	30,05	277	1,9	37

Variáveis biológicas							
Coletas	Densidade	Classes		Clorofila	Diversidade	Dominância	Riqueza
Jun-jul/02	12.071	84% Chl		18,4	1,75	*0,33-0,77	0,20-0,66
Set/02	*97.379	48% Chl	47% Cya	360	1,77	0,20-0,58	0,30-0,77
Nov/02	92.328	64% Cya	41% Chl	*1.301	2,04	0,20-0,58	0,30-0,77
Mar/03	36.598	*65% Chl		376	*2,21	0,20-0,58	0,59-0,79

Lista das classes e o número de taxa registrados na E.T.E de Cajatí, SP, durante o período de estudo

Classes	Taxa
Chlorophyceae	29 *
Cyanophyceae	13 *
Bacillariophyceae	8
Euglenophyceae	7
Chrysophyceae	3
Zygnemaphyceae	2
Dinophyceae	1
Total	63

APÊNDICE B : COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

Coefficiente de variação obtido para as análises realizadas no período de junho e julho/2002

	DBO	CO ₂ total	Alcal.	Cond.	PT	MS	NT	OD	pH	T. água	Turb	Dens.	Pigmentos Totais
17/06/02	< 5	18,58	30	97,4	0	3,5	10,5	8,9	6,7	24	3,4	5804	10,1
20/06/02	< 5	21,43	46	97,8	0	0,8	8,4	7,8	7,6	23	3,9	19236	44,4
24/06/02	< 5	21,04	37	111,6	0	0,6	12,4	7,3	6,9	23	2,6	5320	79,8
27/06/02	< 5	19,11	35	111,9	0	0,3	9,1	10,6	7	20,5	1,5	4817	5,7
01/07/02	6	15,63	29	111,6	0	0,5	14,56	8,9	7	22	4,2	2756	2
04/07/02	7	17,44	35	129,8	0	4	10,6	8,8	7,2	23	2,2	19268	21,5
10/07/02	< 5	15,62	34	111	0	2,5	7,8	9,6	7,7	22	3,5	8337	7,7
15/07/02	< 5	17,67	30	86,9	0,12	4,8	14,6	10,7	6,9	18	6,6	3566	5,1
18/07/02	< 5	13,92	29	98,3	0,1	0,9	7,4	8,9	7,4	20	3,8	22847	23,3
22/07/02	8	12,96	32	111,9	0,1	0,3	9,4	10,0	9,3	20	4,3	13266	9,2
24/07/02	10	14	33	111,9	0,09	0,5	15,4	10,8	8,9	24	3	30955	82,2
29/07/02	< 5	13,65	31	108,6	0,11	0,6	8,3	8,2	8,3	22	2,3	10290	4
Média	7,75	16,7542	33,4167	107,392	0,04333	1,60833	10,705	9,20833	7,575	21,792	3,44167	12205,2	24,58
Desvio Padrão	1,70783	2,90179	4,73782	10,9021	0,05399	1,63343	2,85624	1,15086	0,8411	1,8273	1,31941	8998,81	28,87
CV	21,9	17,3	14,1	9,3	<u>125,0</u>	<u>101,8</u>	24,1	12,5	10,6	8,6	38,0	<u>73,7</u>	<u>117</u>

Coefficiente de variação obtido para as análises realizadas no período de setembro/2002

	DBO	CO ₂ total	Alcal.	Cond.	PT	MS	NT	OD	pH	T. água	Turb	Dens.	Pigmentos Totais
02/09/02	15	23,34	53	195,6	2,99	2	46	8,2	8,3	23	20	26311	118,7
09/09/02	22	33,41	71	212	1,98	80,4	67	5,3	7,5	22	22	23216	133,3
16/09/02	24	45,56	93	280	2,22	48,8	66	4,8	7,3	21	27	8383	271,1
23/09/02	100	35,71	73	299	2,61	20,30	61	4,8	7,3	22	26	337190	1212,5
30/09/02	35	44,55	85	364	2,46	1,5	73	4,8	7,1	22	26	52181	69,6
Média	39,2	36,514	75	270,12	2,452	30,6	62,6	5,58	7,5	22	24,2	89456,2	361,04
Desvio padrão	34,7376	9,08629	15,2315	68,3306	0,38441	33,8458	10,2127	1,48054	0,469	0,7071	3,03315	139382	481,821
CV	<u>88</u>	24,8	20,3	25,28	15,51	<u>110</u>	15,97	26,52	6,13	3,18	12,5	<u>155</u>	<u>133</u>

Coefficiente de variação obtido para as análises realizadas no período de novembro/2002

	DBO	CO ₂ total	Alcal.	Cond.	PT	MS	NT	OD	pH	T. água	Turb	Dens.	Pigmentos Totais
03/11/02	20	43,51	96	391	4,67	34,2	52	5,3	7,8	26	31	72965	7450,5
07/11/02	35	44,83	98	387	4,18	6,2	58	5,1	7,7	26	30	19761	806,6
11/11/02	20	49,46	109	400	4,03	2,3	81	5,5	7,8	24	30	28080	186,8
14/11/02	30	45,77	100	375	3,89	9,1	114	5,3	7,7	25	34	46156	413,2
18/11/02	30	46,77	103	386	3,76	2,4	117	4,2	7,8	26	38	117661	235,2
20/11/02	25	37,18	89	328	3,05	6,2	62	5,5	9	30	70	57119	437,4
25/11/02	30	43,02	94	388	3,83	8,3	86	5,7	7,7	25	42	359301	138,5
27/11/02	50	42,23	87	348	3,59	4,9	48	4,4	7,3	28	44	37588	749,5
Média	30	44,0963	97	375,375	3,875	9,2	77,25	5,125	7,85	26,25	39,875	92328,9	1302,21
Desvio padrão	9,63624	3,62684	7,2111	24,6457	0,46697	10,3934	27,0383	0,54182	0,4928	1,9086	13,3142	112156	2496,5
CV	32,1	8,22	7,43	6,4	11,8	113	34,9	10,5	6,24	7,23	33,3	<u>121</u>	<u>191</u>

Coeficiente de variação obtido para as análises realizadas no período de março/2003

	DBO	CO ₂ total	Alcal.	Cond.	PT	MS	NT	OD	pH	T. água	Turb	Dens.	Pigmentos Totais
03/03/03	36	34,86	81	302	2,58	5,9	27	1,6	8,7	29	57	46801	393,4
06/03/03	24	38,1	86	325	3,6	6,5	20	5,7	8,2	27	35	48459	433
10/03/03	16	39,4	86	287	1,43	3,7	36	4,4	7,7	29	23	46801	320,9
13/03/03	16	33,48	75	270	1,15	1,1	23	5,3	8	29	25	10701	112,1
17/03/03	20	34,47	78	260	1,58	22,6	30	4,1	8,2	29	61	31692	509,2
20/03/03	16	31,15	69	248	1,44	7,3	15	4,9	7,8	30	55	35693	177,5
24/03/03	16	33,95	80	250	1,55	8,8	26	4,9	8,9	24	54	36040	749,5
Média	20,5714	35,0586	79,2857	277,429	1,90429	7,98571	25,2857	4,41429	8,2143	28,143	44,2857	36598,1	385,086
Dp	7,45782	2,81312	6,04743	28,6813	0,87294	6,91675	6,82433	1,3496	0,4451	2,0354	16,1319	13195,6	213,034
CV	36,2	8,01	7,61	10,33	45,78	<u>86,59</u>	26,97	30,3	5,35	7,21	36,42	36,05	<u>55,3</u>

APÊNDICE C : CORRELAÇÕES

Correlação entre os diferentes parâmetros analisados nos meses de junho e julho/2002

	T	Cond	pH	MS	Dens
T	1				
Cond	0,412665	1			
pH	0,019962	0,225511	1		
MS	-0,14099	-0,20532	-0,45506	1	
Dens	0,299314	0,190943	0,555216	-0,20173	1
	DBO	MS	Dens	Clor	
DBO	1				
MS	-0,29236	1			
Dens	0,889977	-0,20173	1		
Clor	0,895185	-0,30072	0,526958	1	
	PT	NT	Dens		
PT	1				
NT	0,096913	1			
Dens	0,301315	-0,06439	1		

Correlação entre os diferentes parâmetros analisados no mês de setembro/2002

	T	Cond	pH	MS	Dens
T	1				
Cond	-0,4367	1			
pH	<u>0,753778</u>	-0,81841	1		
MS	-0,48887	-0,39052	-0,20189	1	
Dens	0,045476	0,299494	-0,26362	-0,23505	1
	DBO	MS	Dens	Clor	
DBO	1				
MS	-0,20096	1			
Dens	<u>0,987161</u>	-0,23505	1		
Clor	<u>0,958065</u>	-0,09714	<u>0,965939</u>	1	
	PT	NT	Dens		
PT	1				
NT	-0,762	1			
Dens	0,256375	-0,0532	1		

Correlação entre os diferentes parâmetros analisados no mês de novembro/2002

	T	Cond	pH	MS	Dens
T	1				
Cond	-0,92855	1			
pH	0,592339	-0,53576	1		
MS	-0,04177	0,201944	-0,02929	1	
Dens	-0,22865	0,211652	-0,07678	0,013484	1
	DBO	MS	Dens	Clor	
DBO	1				
MS	-0,38084	1			
Dens	-0,05888	0,013484	1		
Clor	-0,35355	0,970397	-0,12621	1	
	PT	NT	Dens		
PT	1				
NT	-0,10025	1			
Dens	-0,05034	0,255759	1		

Correlação entre os diferentes parâmetros analisados no mês de março/2003

	T	Cond	pH	MS	Dens
T	1				
Cond	0,035891	1			
pH	-0,70174	0,02033	1		
MS	-0,02114	-0,30972	0,179819	1	
Dens	-0,1355	0,542727	0,14617	0,044114	1
	DBO	MS	Dens	Clor	
DBO	1				
MS	0,015693	1			
Dens	0,473053	0,04414	1		
Clor	0,109735	0,48854	0,38202	1	
	PT	NT	Dens		
PT	1				
NT	-0,22853	1			
Dens	0,635337	0,201904	1		