COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DOS
MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO
CAÇÓ (MA).

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 22 / 08 / 02
Ass.:

José Valdecir de Lucca

Dissertação apresentada à Escola
de Engenharia de São Carlos,
Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para obtenção
do grau de Mestre em Ciências da
Engenharia Ambiental.

DEDALUS - Acervo - EESC

31100037025

Orientadora: Profa. Dra. Odete Rocha

SÃO CARLOS
2002

Class.	TESE-EESC
Cutt.	3160
Tombo	T0197102
Sysno	R63430

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

L934c

Lucca, José Valdecir de

Composição, distribuição e abundância dos
macroinvertebrados bentônicos da Lagoa do Caçó (MA) /
José Valdecir de Lucca. -- São Carlos, 2002.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 2002.

Área: Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Profa. Dra. Odete Rocha.

1. Comunidade bentônica. 2. Lagoa do Caçó.
3. Chironomidae. 4. Limnologia tropical.
5. Macroinvertebrados I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **JOSÉ VALDECIR DE LUCCA**

Dissertação defendida e julgada em 13-06-2002 perante a Comissão Julgadora:

Prof. Tit. **ODETE ROCHA** (Orientadora)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Assoc. **EVALDO LUIZ GATTA ESPÍNDOLA**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Dra. **ALAÍDE APARECIDA FONSECA GESSNER**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado

Prof. Doutor **VALDIR SCHALCH**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Engenharia Ambiental

Prof. Assoc. **MARIA DO CARMO CALIJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

"É muito melhor lançar-se à luta em busca do triunfo, mesmo expondo-se ao insucesso, do que estar na fila dos pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória nem derrota".

Franklin D. Roosevelt

Dedico este trabalho aos meus pais, José e Lourdes, à minha esposa Claudinéia e ao meu filho Gabriel. Se não fosse por eles, nada teria sentido.

AGRADECIMENTOS.

À Prof^ª Dr^a Odete Rocha, pela orientação, exemplo profissional, compreensão e sobretudo pela amizade e incentivo em todas as etapas deste trabalho.

Aos docentes do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), pela formação acadêmica recebida e particularmente ao Prof. Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola, vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, pela convivência e amizade.

Ao Projeto de colaboração internacional CNPq/IRD-França AIMPACT – FAPESP “Análise Integrada de Marcadores Paleoambientais Costeiros e Continentais Tropicais”, na pessoa da Prof^a Dra. Ana Luiza Spadano Albuquerque (UFF), vice-coordenadora, pelo financiamento e viabilização das coletas de campo.

À Prof^ª Dr^a Cecília Volkmer-Ribeiro (Museu Nacional de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do RS), a qual me trouxe de volta à vida.

À Prof^ª Dr^a. Aláide A. F. Gessner, do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos, pelo auxílio na identificação dos Chironomidae e pelo material bibliográfico.

À Prof^ª Dr^a Susana Trivinho-Strixino e à MSc. Leny C. S. Correia, do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos, pelo auxílio na identificação dos Oligochaeta.

Ao MSc. Paulo Augusto Zaitune Pamplin pelo auxílio na identificação da fauna bentônica, pelas sugestões na elaboração deste trabalho e principalmente pela amizade.

Ao Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense, na pessoa do Prof. Dr. Wiliam Zamboni de Melo, pelas análises dos nutrientes dissolvidos.

Ao Prof. Dr. Marco Callisto e à MSc. Maria Margarida M. de Souza, da Universidade Federal de Minas Gerais, pela disponibilização de material bibliográfico referente à comunidade bentônica.

Ao Prof. Dr. José Galizia Tundisi pelas oportunidades oferecidas no início de minha formação em Limnologia no Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (USP-SC).

À Maria Luisa Sobreira, técnica do laboratório de Paleolimnologia do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, no auxílio das análises granulométricas.

Ao Prof. Dr. Roberto da Gama Alves e ao Prof. Dr. João Alberto da Silva Sé, pela contribuição à minha formação acadêmica e principalmente pela amizade.

Ao companheiro de turma Evandro Mateus Moretto, pelo auxílio nas análises estatísticas e sobretudo pelo companherismo e amizade ao longo dos últimos anos.

Ao Magno Botelho Castelo Branco pelo auxílio no processamento das imagens apresentadas neste trabalho.

Aos amigos que passaram pelo DEBE e outros que se fazem presentes Jeremias, Gustavo, Sabrina, Ana Lúcia, Roberta, Érika, Cinthia, Adriana Güntzel, Daniel, Kátia, Renata Takenaka, Zezé (Wisniewski), Zezé (Dellamano-Oliveira), Jeremias, Edson, Judith, Ana Cláudia, Maria da Graça, Kátia, Albano, Ken, Renata Guerreschi e Juliano Corbi, pelos momentos de descontração.

Em especial à Maria Angélica Rodrigues, "*in memoriam*", pela amizade e apoio principalmente durante os momentos de dificuldades.

Aos professores e funcionários do DEBE, que compreenderam a importância desse trabalho para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos de turma Suzelei, Renata, Caê, Gunther, Ana Paula, Rita, Éliton, Érika e Adeildo pela amizade conquistada durante o período de mestrado e pelos passos trilhados juntos nas primeiras disciplinas.

Aos meus pais, José e Lourdes, responsáveis pela minha formação, educação e incentivos ao longo da minha vida.

Aos meus irmãos Valdir, Gisele e Joana e ao meu cunhado Gilberto, pelo apoio constante.

Em especial à minha esposa Claudinéia pela compreensão nos momentos de ausência e sobretudo pelo apoio e conforto nas muitas dificuldades encontradas durante a elaboração deste trabalho.

A todos que de maneira mais ou menos próxima colaboraram para o desenvolvimento e finalização deste trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

A Deus.....

SUMÁRIO

i

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
 1. INTRODUÇÃO	
1.1. COMUNIDADE BENTÔNICA	1
1.2. A COMUNIDADE BENTÔNICA COMO FERRAMENTA PARA A PALEOLIMNOLOGIA	6
 2. OBJETIVOS	8
 3. ÁREA DE ESTUDO	
3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	9
3.2. A LAGOA DO CAÇÓ	10
3.3. CLIMA	11
3.3.1. ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT)	12
3.4. VEGETAÇÃO	14
 4. MATERIAL E MÉTODOS	
4.1. PONTOS DE AMOSTRAGEM E PERIODICIDADE DE COLETA	17
4.2. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	19
4.3. VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS	19
4.3.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA E EXTENSÃO DA ZONA EUFÓTICA	19
4.3.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E TEMPERATURA DA ÁGUA	19
4.3.3. NUTRIENTES DISSOLVIDOS E TOTAIS	20
4.3.4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)	20

4.4. COLETA E ANÁLISE DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS	22
4.4.1. COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SEDIMENTO	23
4.5. TRATAMENTO DOS DADOS DA FAUNA BENTÔNICA	23
4.5.1. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)	23
4.5.2. DENSIDADE NUMÉRICA DA FAUNA BENTÔNICA	24
4.5.3. DIVERSIDADE DE TÁXONS	24
4.5.4. UNIFORMIDADE	24
4.5.5. ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD	25
4.6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO (VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS)	25
4.6.1. MATRIZES DOS DADOS	26
4.6.2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA MULTIVARIADA (MANOVA)	26
4.6.3. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)	27
4.6.4. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO COM BASE NOS COEFICIENTES DA ACP	27
5. RESULTADOS	
5.1. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	29
5.2. VÁRIÁVEIS LIMNOLÓGICAS	31
5.2.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA, PROFUNDIDADE NOS PERÍODOS DE COLETA E EXTENSÃO DA ZONA EUFÓTICA	31
5.2.2. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO	33
5.2.3. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	36
5.2.4. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO	38
5.2.5. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA TEMPERATURA DA ÁGUA	40
5.3. VARIAÇÃO ESPACIAL, VERTICAL E TEMPORAL DAS CONCENTRAÇÕES DOS NUTRIENTES DA ÁGUA	42
5.3.1. NITRATO	42
5.3.2. AMÔNIA	45
5.3.3. NITROGÊNIO TOTAL	48
5.3.4. FÓSFORO TOTAL	51
5.3.5. RELAÇÃO NITROGÊNIO TOTAL / FÓSFORO TOTAL	54

5.4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)	56
5.4.1. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON	56
5.4.2. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE SALAS E MARTINO	57
5.5. ANÁLISES FÍSICAS DO SEDIMENTO	58
5.5.1. COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO SEDIMENTO DA LAGOA DO CAÇÓ	58
5.5.2. CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS FRAÇÕES INORGÂNICA (% P.S.) E ORGÂNICA (% P.S.) NO SEDIMENTO NA LAGOA DO CAÇÓ	59
5.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA (VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS)	63
5.6.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA MULTIVARIADA (MANOVA)	63
5.6.2. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS - ABRIL DE 1999	63
5.6.3. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO COM BASE NOS COEFICIENTES DA ACP – ABRIL DE 1999	65
5.6.4. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS – NOVEMBRO DE 1999	67
5.6.5. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO COM BASE NOS COEFICIENTES DA ACP – NOVEMBRO DE 1999	69
5.7. CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA DOS INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA)	71
5.8. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA)	71
5.9. DENSIDADE NUMÉRICA DOS INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA)	77
5.10. ABUNDÂNCIA RELATIVA DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999	80
5.11. DIVERSIDADE DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999	83
5.12. SIMILARIDADE DA COMPOSIÇÃO DE TÁXONS DOS INVERTEBRADOS BENTÔNICOS ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (CLUSTER)	87
 6. DISCUSSÃO	
6.1. VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS	90
6.2. Os macroinvertebrados bentônicos da lagoa do Caçó (MA)	100

7. CONCLUSÕES	107
8. PERSPECTIVAS FUTURAS	110
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1A- IMAGEM DE SATÉLITE COM A LOCALIZAÇÃO DA LAGOA DO CAÇO (MA) – FONTE: LANDSAT 1999.	10
FIGURA 1B- IMAGEM DE SATÉLITE DA LAGOA DO CAÇO (FONTE: LANDSAT, 1999).	11
FIGURA 2- LOCALIZAÇÃO SAZONAL DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT) NO CONTINENTE SUL AMERICANO.	13
FIGURA 3A- VISTA PARCIAL DA LAGOA DO CAÇO (MARGEM DIREITA), FOCALIZANDO A VEGETAÇÃO DE MATA GALERIA ENTREMEADA COM PALMEIRAS EM JANEIRO DE 2001.	14
FIGURA 3B- VISTA DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) NA LAGOA DO CAÇO, MOSTRANDO A VEGETAÇÃO TÍPICA DE PALMEIRAL EM JANEIRO DE 2001.	15
FIGURA 3C- VISTA DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) NA LAGOA DO CAÇO COM PALMEIRAL E MATA GALERIA AO FUNDO EM JANEIRO DE 2001.	15
FIGURA 3D- VISTA DE BANCO DE MACRÓFITAS NA MARGEM DIREITA DA LAGOA DO CAÇO EM JANEIRO DE 2001.	16
FIGURA 3E- VISTA DE BANCO DE MACRÓFITAS NA MARGEM ESQUERDA DA LAGOA DO CAÇO EM JANEIRO DE 2001.	16
FIGURA 4- LOCALIZAÇÃO DA LAGOA DO CAÇO (MUNICÍPIO DE PRIMEIRA CRUZ, MA), NO BRASIL E MAPA DA LAGOA COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.	16
FIGURA 5- VALORES MENSIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA REGISTRADOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BARREIRINHAS (REGIÃO PRÓXIMA À LAGOA DO CAÇO) NO ANO DE 1999.	28
FIGURA 6- VALORES MENSIS MÁXIMO, MÉDIO E MÍNIMO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA REGISTRADOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BARREIRINHAS (REGIÃO PRÓXIMA À LAGOA DO CAÇO) ENTRE 1966 E 1999.	28
FIGURA 7- PROFUNDIDADE MÁXIMA E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA NA LAGOA DO CAÇO EM ABRIL DE 1999 (PERÍODO CHUVOSO).	28
FIGURA 8- PROFUNDIDADE MÁXIMA E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA NA LAGOA DO CAÇO (MA) EM NOVEMBRO DE 1999 (PERÍODO SECO).	29

- FIGURA 9- PERFIS VERTICAIS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NA REGIÃO LITORÂNEA –
MARGEM DIREITA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B)
PERÍODO DE ESTIAGEM. 33
- FIGURA 10- PERFIS VERTICAIS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NA REGIÃO LITORÂNEA
– MARGEM ESQUERDA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B)
PERÍODO DE ESTIAGEM. 33
- FIGURA 11- PERFIS VERTICAIS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NA REGIÃO LIMNÉTICA
DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM. 33
- FIGURA 12- PERFIS VERTICAIS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S.CM}^{-1}$) NA REGIÃO
LITORÂNEA – MARGEM DIREITA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE
CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM. 35
- FIGURA 13- - PERFIS VERTICAIS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA CONDUTIVIDADE
ELÉTRICA ($\mu\text{S.CM}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM ESQUERDA - DA
LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM. 35
- FIGURA 14- - PERFIS VERTICAIS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S.CM}^{-1}$) NA REGIÃO
LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO
DE ESTIAGEM. 35
- FIGURA 15- PERFIS VERTICAIS DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (MG.L^{-1})
NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM DIREITA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A)
PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM. 37
- FIGURA 16- PERFIS VERTICAIS DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (MG.L^{-1})
NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM ESQUERDA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A)
PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM. 37
- FIGURA 17- PERFIS VERTICAIS DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (MG.L^{-1})
NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B)
PERÍODO DE ESTIAGEM. 37
- FIGURA 18 – PERFIS VERTICAIS DA TEMPERATURA DA ÁGUA ($^{\circ}\text{C}$) NA REGIÃO LITORÂNEA
- MARGEM DIREITA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B)
PERÍODO DE ESTIAGEM. 39
- FIGURA 19 – PERFIS VERTICAIS DA TEMPERATURA DA ÁGUA ($^{\circ}\text{C}$) NA REGIÃO LITORÂNEA
- MARGEM ESQUERDA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B)
PERÍODO DE ESTIAGEM. 39

- FIGURA 20 – PERFIS VERTICAIS DA TEMPERATURA DA ÁGUA ($^{\circ}\text{C}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM. 39
- FIGURA 21- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM ESQUERDA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, NOS PERÍODOS DE ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 41
- FIGURA 22- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM DIREITA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, NOS PERÍODOS DE ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 41
- FIGURA 23- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA (SUPERFÍCIE, MEIO E FUNDO) DA LAGOA DO CAÇÓ, EM ABRIL DE 1999. 42
- FIGURA 24- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA (SUPERFÍCIE, MEIO E FUNDO) DA LAGOA DO CAÇÓ, EM NOVEMBRO DE 1999. 42
- FIGURA 25 – VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM ESQUERDA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, NOS PERÍODOS DE ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 44
- FIGURA 26 – VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM DIREITA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, NOS PERÍODOS DE ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 44
- FIGURA 27- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL DE 1999. 45
- FIGURA 28 – VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM NOVEMBRO DE 1999. 45
- FIGURA 29- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 47

- FIGURA 30- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) TOTAL NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 47
- FIGURA 31- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL DE 1999. 48
- FIGURA 32- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM NOVEMBRO DE 1999. 48
- FIGURA 33- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, NOS PERÍODOS DE ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 50
- FIGURA 34- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, NOS PERÍODOS DE ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 50
- FIGURA 35- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL DE 1999 51
- FIGURA 36- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM NOVEMBRO DE 1999 51
- FIGURA 37- COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (FRAÇÃO INORGÂNICA) NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) NA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999. 58
- FIGURA 38- COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (FRAÇÃO INORGÂNICA) NOS PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) NA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999. 58

- FIGURA 39- COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (FRAÇÃO INORGÂNICA) NOS PONTOS DA REGIÃO LIMNÉTICA NA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999. 59
- FIGURA 40- FRAÇÃO INORGÂNICA E ORGÂNICA NO SEDIMENTO NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) DA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999. 59
- FIGURA 41- FRAÇÃO INORGÂNICA E ORGÂNICA NO SEDIMENTO NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) DA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999. 60
- FIGURA 42- FRAÇÃO INORGÂNICA E ORGÂNICA NO SEDIMENTO NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999 60
- FIGURA 43- ORDENAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NO PERÍODO DE ABRIL DE 1999, PELA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS, SEGUNDO OS FATORES 1 E 2. 62
- FIGURA 44- DENDROGRAMA COM O AGRUPAMENTO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ACORDO COM OS VALORES DOS COEFICIENTES DA ACP PARA AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NO PERÍODO DE ABRIL DE 1999. 64
- FIGURA 45- ORDENAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM SEGUNDO OS FATORES 1 E 2 NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 1999 NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), PELA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) PARA AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS. 66
- FIGURA 46- DENDROGRAMA COM O AGRUPAMENTO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ACORDO COM OS VALORES DOS COEFICIENTES DA ACP PARA AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 1999. 68
- FIGURA 47- VARIAÇÃO DA DENSIDADE NUMÉRICA DA FAUNA INVERTEBRADOS BENTÔNICOS (IND. m^{-2}) DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999 E DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (MM) REGISTRADA DURANTE O ANO DE 1999. 76

- FIGURA 48- ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GRUPOS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA LAGOA DO CAÇÓ, EM ABRIL DE 1999. 79
- FIGURA 49- ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GRUPOS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA LAGOA DO CAÇÓ, EM NOVEMBRO DE 1999. 79
- FIGURA 50- COMPARAÇÃO DAS CURVAS DO COMPONENTE DOMINÂNCIA DA DIVERSIDADE PARA A COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. 82
- FIGURA 51- COMPARAÇÃO DAS CURVAS DO COMPONENTE DOMINÂNCIA DA DIVERSIDADE PARA A COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NA MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO LIMNÉTICA EM ABRIL DE 1999. 83
- FIGURA 52- COMPARAÇÃO DAS CURVAS DO COMPONENTE DOMINÂNCIA DA DIVERSIDADE PARA A COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NA MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO LIMNÉTICA EM NOVEMBRO DE 1999. 84
- FIGURA 53- DENDROGRAMA RESULTANTE DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (TIPO CLUSTER) SEGUNDO ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD E LIGAÇÃO TIPO UPGMA (MÉDIA DE GRUPO), PARA AS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO PERÍODO ABRIL DE 1999, COM BASE NA PRESENÇA OU AUSÊNCIA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS. 86
- FIGURA 54- DENDROGRAMA RESULTANTE DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (TIPO CLUSTER) SEGUNDO ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD E LIGAÇÃO TIPO UPGMA (MÉDIA DE GRUPO), PARA AS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO PERÍODO NOVEMBRO DE 1999, COM BASE NA PRESENÇA OU AUSÊNCIA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS. 87

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RELAÇÃO DOS TRANSECTOS E PONTOS DE COLETA AMOSTRADOS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NO PERÍODO DE SECA E DE CHUVA.	16
TABELA 2- CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA ATRAVÉS DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET), SEGUNDO CARLSON (1977), MODIFICADO POR TOLEDO JR <i>et al.</i> (1983).	19
TABELA 3- CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA ATRAVÉS DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET), SALAS & MARTINO (1988).	19
TABELA 4- CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DO SOLO SEGUNDO CAMARGO <i>et al.</i> 1987.	21
TABELA 5- PROFUNDIDADE MÁXIMA E ZONA EUFÓTICA NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	30
TABELA 6- VALOR MÉDIO DA RAZÃO NT/PT PARA OS PONTOS E PROFUNDIDADES AMOSTRADAS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	52
TABELA 7- VALOR MÉDIO DA RAZÃO NT/PT PARA OS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA E DIREITA) NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	53
TABELA 8- VALOR MÉDIO DA RAZÃO NT/PT DA MÉDIA DAS CONCENTRAÇÕES OBTIDAS E DOS PONTOS AMOSTRADOS NA REGIÃO LIMNÉTICA (SUPERFÍCIE, MEIO E FUNDO) NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999	53
TABELA 9- VALORES MÉDIOS, MÁXIMO E MÍNIMO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) DE CARLSON BASEADO NAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL CONSIDERANDO-SE TODOS OS PONTOS E PROFUNDIDADES AMOSTRADAS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	54
TABELA 10- VALORES MÁXIMO, MÉDIO E MÍNIMO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) DE SALAS & MARTINO (1988) CONSIDERANDO-SE A CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL EM TODOS OS PONTOS E PROFUNDIDADES AMOSTRADAS, NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	55

TABELA 11- CORRELAÇÃO (COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO>0.700) ENTRE AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS E OS FATORES 1 E 2, E VARIÂNCIA EXPLICADA NO PERÍODO DE ABRIL DE 1999.	62
TABELA 12- CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS COM OS FATORES 1 E 2, E VARIÂNCIA EXPLICADA, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 1999 (COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO>0.700).	66
TABELA 13- COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DA COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS REGISTRADOS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	71
TABELA 14- FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS TAXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. $F \geq 50\%$: CONSTANTES; $10\% < F < 50\%$: COMUNS E $F < 10\%$: RAROS.	72
TABELA 15- FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS TAXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS REGIÕES LITORÂNEAS E LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL DE 1999. $F \geq 50\%$: CONSTANTES; $10\% < F < 50\%$: COMUNS E $F < 10\%$: RAROS.	73
TABELA 16- FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS TAXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS REGIÕES LITORÂNEAS E LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM NOVEMBRO DE 1999. $F \geq 50\%$: CONSTANTES; $10\% < F < 50\%$: COMUNS E $F < 10\%$: RAROS.	74
TABELA 17- DENSIDADE NUMÉRICA DOS GRUPOS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS REGISTRADOS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	76
TABELA 18- NÚMERO DE INDIVÍDUOS E RIQUEZA DE TAXONS DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS REGIÕES DE AMOSTRAGEM (MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO, LIMNÉTICA) DA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	77

TABELA 19- ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS DIFERENTES REGIÕES DE AMOSTRAGEM (MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO LIMNÉTICA) DA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	80
TABELA 20- VALORES DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE (H); RIQUEZA DE TÁXONS (S) E UNIFORMIDADE (J) REGISTRADOS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	82
TABELA 21- VALORES DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE (H); RIQUEZA DE TÁXONS (S) E UNIFORMIDADE (J) REGISTRADOS NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA E MARGEM DIREITA) E NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL DE 1999.	83
TABELA 22- VALORES DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE (H); RIQUEZA DE TÁXONS (S) E UNIFORMIDADE (J) REGISTRADOS NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA E MARGEM DIREITA) E NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM NOVEMBRO DE 1999.	84
TABELA 23- SIMILARIDADE DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS ENTRE OS PONTOS DE AMOSTRAGEM NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA) E ENTRE A REGIÃO LITORÂNEA E A REGIÃO LIMNÉTICA, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.	85
TABELA 24- COMPARAÇÃO ENTRE VALORES DE ALGUMAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DE SISTEMAS LACUSTRES DO ESTADO DO MARANHÃO E DA BACIA AMAZÔNICA.	97
TABELA 25- SÉRIE HISTÓRICA DE VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA REGISTRADOS PARA A REGIÃO DA LAGOA DO CAÇÓ (MA). DADOS FORNECIDOS PELA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BARREIRINHAS (MA).	98

RESUMO

LUCCA, J. V. (2002). **COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA)**. ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. DISSERTAÇÃO (MESTRADO).

As comunidades bentônicas são relevantes nos ecossistemas aquáticos devido ao seu papel no funcionamento dos ecossistemas e também como marcadores ou indicadores de paleocondições. Sua distribuição, similarmente à de outras comunidades, é condicionada por fatores abióticos e bióticos e pela interação entre eles, determinando a estrutura da comunidade que se estabelecerá. Pelo presente trabalho objetivou-se determinar a composição taxonômica, a abundância e a distribuição espacial da comunidade bentônica, amostrando-se em 20 pontos na lagoa do Caçó. Um total de 14 pontos foram estabelecidos na região litorânea (7 na margem esquerda e 7 na margem direita) e 6 na região limnética. A variação sazonal em parâmetros da comunidade e também das características físicas e químicas da água e do sedimento foram analisadas e relacionadas aos deslocamentos da Zona de Convergência Intertropical. A lagoa do Caçó está localizada ao Norte do estado do Maranhão e possui aproximadamente 5 km de comprimento e largura média de 500 metros. As coletas foram realizadas em abril (período chuvoso) e novembro (período seco) de 1999. Pelos resultados obtidos, ficaram evidentes as diferenças tanto na riqueza de táxons quanto na diversidade de espécies e na densidade das populações em função da sazonalidade. A diversidade, a riqueza e a densidade foram maiores no período seco do que no período chuvoso. A família Chironomidae (Diptera, Insecta) foi o mais importante componente da comunidade, representando aproximadamente 50% do total da fauna bentônica da lagoa. O sedimento da Lagoa do Caçó tem baixo conteúdo de matéria orgânica, sendo classificado como mineral. A análise da composição granulométrica mostrou que o sedimento é heterogêneo, sendo arenoso na margem esquerda, predominantemente argiloso na margem direita e limo arenoso a argiloso na região limnética. Em relação às variáveis limnológicas, observaram-se microestratificações térmicas e químicas (pH, oxigênio dissolvido e temperatura) em ambos os períodos amostrados. Os índices tróficos aplicados permitiram classificar a lagoa do Caçó como oligotrófico. A alternância dos períodos seco e chuvoso atuou como a principal função de força condicionando as alterações nas condições físicas e químicas da água bem como na comunidade bentônica no ano de 1999. Além disso, a identificação dos Chironomidae atuais da lagoa do Caçó até o nível de gênero, e o fato deste grupo produzir remanescentes fossilizáveis os tornam bons marcadores paleolimnológicos e paleoclimáticos que podem ser utilizados para inferir sobre as condições lacustres e climáticas passadas.

Palavras-chave: comunidade bentônica, Chironomidae, lagoa Caçó, Limnologia tropical, macroinvertebrados.

ABSTRACT

LUCCA, J. V. (2002). COMPOSITION, DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES FROM CAÇÓ LAKE (MA). ENGINEERING SCHOOL OF SÃO CARLOS – UNIVERSITY OF SÃO PAULO. MASTER DISSERTATION (MSc).

Benthic communities are relevant in aquatic ecosystems due to their role in the ecosystem functioning and also as markers or indicators of paleoconditions. Their distribution, similarly to other communities, is conditioned by abiotic and biotic factors and to their interactions, which determine the structure of the community that will be established. The present work aimed to determine the taxonomic composition, the abundance and spatial distribution of the benthic community, by collecting at 20 sampling points in Caçó Lake. A total of 14 points were located in the littoral region (7 on the right margin and 7 on the left one) and 6 in the limnetic zone. Seasonal variation on community parameters and also of chemical and physical characteristics of water and sediment were analysed and related to the seasonal displacement of the Intertropical Convergence Zone. Caçó Lake is located at the North of Maranhão State and it has approximately 5 km of length and 500m mean width. Sampling was carried out in April (rainy season) and November (dry season). The results evidenced that there are differences in the richness of taxa, diversity and density of benthic species that are mainly related to the seasonality. The diversity, richness and density were higher in the dry than in the rainy period. The family Chironomidae (Diptera, Insecta) was the most important component of the community representing approximately 50% of the total benthic fauna of the lake. The sediment of Caçó Lake has low organic content being classified as a mineral one. The granulometric composition shows that the sediment is heterogeneous being sandy at the left margin, clayey in the right margin and sandy-clayey in the limnetic zone. In relation to the limnological variables, thermal and chemical (pH, dissolved oxygen and temperature) micro-stratifications were observed for both periods sampled. The trophic state indices applied have allowed to classify Lake Caçó as an oligotrophic lake. The alternation of dry and rainy periods can be considered the main forcing function causing the changes in physical and chemical water characteristics as well on benthic community in the year 1999. The identification of the present Chironomidae at the genus level and the fact that this group does produce fossilizing remains make them good paleolimnological and paleoclimatic tracers that may be used to infer on past lake and climate conditions.

Key words: benthic community, Chironomidae, Lake Caçó, tropical Limnology, macroinvertebrates.

1. INTRODUÇÃO

1.1. COMUNIDADE BENTÔNICA

Os lagos são habitados por comunidades que se distribuem tanto na coluna da água quanto no sedimento/substrato de fundo, sendo que a zona bentônica é o local onde habitam representantes de todos os filos, desde protozoários até os macroinvertebrados de maiores dimensões e alguns vertebrados (WETZEL, 1983).

A comunidade bentônica, especificamente, é representada tanto pelo fitobentos (vegetais inferiores e superiores) quanto pelo zoobentos (animais invertebrados e vertebrados) que habitam os diferentes substratos e o sedimento de fundo (ESTEVES, 1988). Estes organismos constituem uma comunidade extremamente diversa, tanto taxonomicamente como ecologicamente (HUTCHINSON, 1993).

Segundo BARNES & MANN (1991), os organismos bentônicos podem ser divididos em dois grupos quanto à localização no sedimento: aqueles que vivem enterrados no sedimento (Infauna) e aqueles na superfície (Epifauna). Na epifauna alguns organismos bentônicos podem, ainda, ser encontrados associados às raízes da vegetação litorânea, sendo conhecidos como fauna associada.

Entre os principais grupos de macroinvertebrados bentônicos, destacam-se as larvas de insetos que são geralmente encontradas em grande quantidade, onde permanecem parte do ciclo de vida, ou toda a vida,

associadas ao substrato de fundo, como por exemplo, Diptera aquáticos, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Hemiptera e Coleoptera aquáticos, Neuroptera, Trichoptera e outros grupos de invertebrados como os Platyhelminthes, Nematoda, Anellida e Mollusca, entre outros. Esses grupos possuem diferentes funções tróficas e de acordo com MERRIT & CUMMINS (1984) podem ser classificados como predadores, filtradores, fragmentadores, raspadores, coletores ou parasitas.

MARQUES & ESTEVES (1997) encontraram na lagoa Carioca (PERD-MG) grupos taxômicos que se enquadraram em todas as categorias citadas por MERRIT & CUMMINS (1984) com dominância de organismos coletores, principalmente os representantes da família Chironomidae.

A diversidade de espécies presentes no sedimento, bem como comportamento, reprodução, alimentação, desenvolvimento e mortalidade têm dificultado o estudo dessa comunidade de forma integrada e funcional (WETZEL, 1983).

Apesar de sua reconhecida importância ecológica, a comunidade zoobentônica ainda é uma das menos estudadas nos ecossistemas aquáticos continentais, devido, principalmente, às dificuldades de amostragem e da identificação taxonômica acurada dos organismos (JACKSON & SWEENEY, 1995; PARSONS & NORRIS, 1996). Contudo, os macroinvertebrados bentônicos têm gradativamente recebido maior atenção devido à sua importância nos processos ecológicos, através da participação no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes nos sistemas aquáticos, desempenhando papel importante na troca de fósforo e nitrogênio entre o sedimento e a água de interface (GARDNER *et al.* 1983; FUKUHARA & SAKAMOTO, 1988). Através do biorrevolvimento (atividades de escavação) e da decomposição da matéria orgânica, estes organismos reduzem o tamanho das partículas, contribuindo, dessa forma, para a liberação de nutrientes do sedimento para a coluna d'água. Além disso, participam da cadeia alimentar de vários organismos aquáticos, especialmente dos peixes (MARGALEF, 1983).

Dentre os organismos bentônicos, maior ênfase tem sido dada ao estudo dos macroinvertebrados, por serem "bons" indicadores da qualidade da

água, sendo extensivamente utilizados para avaliação dos recursos hídricos e caracterização das fontes e causas dos impactos ambientais (DAVIS & LATHROP, 1992). Entre esses organismos, destacam-se os representantes da família Chironomidae, que constituem um dos mais importantes grupos de insetos aquáticos, por serem encontrados em diversos tipos de habitats e por ocorrerem em uma ampla faixa de condições ambientais. Um outro grupo importante são os Oligochaeta os quais algumas espécies são consideradas bons indicadores em estudos de poluição ou do estado trófico de lagos. Entre estes últimos destacam-se os membros da família Tubificidae que são encontrados em abundância em ambientes que recebem grande quantidade de esgoto orgânico (WETZEL, 1983; LAURITSEN *et al.* 1985; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995);

Essa propriedade que alguns invertebrados bentônicos possuem de serem indicadores de qualidade de água tem despertado interesse para comunidade científica.

No Brasil, nos últimos anos, o interesse por estudos ecológicos desta comunidade, focalizando a distribuição e a composição da fauna tem sido crescente.

GUERESCHI & MELÃO (1997), por exemplo, utilizando a comunidade macroinvertebrados bentônicos no monitoramento biológico da Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho (São Carlos SP), encontraram maior abundância de Oligochaeta e apenas uma família de Diptera (Chironomidae sendo o gênero *Chironomus* o mais representativo) na porção do rio onde havia poluição orgânica. Os autores constataram também que no local onde havia menor intensidade de ocupação e atividades humanas, ocorria o maior número de taxa que nos demais trechos do rio, com a presença de organismos indicadores de boa qualidade de água, como algumas espécies de Ephemeroptera.

A ocorrência dos macroinvertebrados bentônicos, bem como sua distribuição em escala espacial e temporal nos ecossistemas aquáticos, têm sido objeto de vários estudos visando obter resultados que contribuam para o melhor entendimento do funcionamento do sistema.

A distribuição das populações bentônicas, similarmente a de outras comunidades, está condicionada a fatores abióticos e bióticos e a interação entre eles, determinam a estrutura da comunidade que se estabelece. Entre esses fatores destacam-se a natureza do sedimento, a profundidade, as flutuações do nível da água, a concentração de oxigênio dissolvido, a variação do potencial hidrogeniônico, o grau de trofia, a competição entre as diferentes populações, entre outros (ESTEVES, 1988) sendo que qualquer alteração em alguns desses fatores pode interferir na distribuição e abundância dos organismos bentônicos (SAETHER, 1979; WARNICK, 1992).

Neste sentido, CALLISTO & ESTEVES (1996a) ressaltam a importância do estudo da composição granulométrica do sedimento para o melhor entendimento da distribuição da comunidade bentônica nos sistemas aquáticos, uma vez que os estudos realizados sobre a ecologia dessa comunidade têm demonstrado que a produção secundária é maior em sedimentos compostos por partículas de menor tamanho (silte e argila).

Em um outro estudo, GONÇALVES *et. al.* (1998) também, evidenciaram a relação entre a composição granulométrica e a comunidade de macroinvertebrados bentônicos na lagoa Imboassica, uma lagoa costeira pertencente ao Parque Nacional de Jurubatiba (Macaé, RJ). Os autores constataram mais alta densidade de Gastropoda (*Heleobia australis*) em sedimento com predominâncias das frações granulométricas de areia fina, silte e argila.

Outro fator que influencia na distribuição da comunidade bentônica é o grau de trofia dos ambientes aquáticos, pois um dos principais efeitos da eutrofização é a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido nas camadas mais profundas. SHIMIZU (1981), por exemplo, verificou que com o aumento da eutrofização na represa de Salto Grande (Americana SP), ocorreu o desaparecimento total de alguns grupos como Gastropoda, Turbellaria, larvas de Chironomidae Tanytarsini e Cladocera Chydoridae e o aumento de outros mais tolerantes como os Oligochaeta. SHIMIZU (1981) e PEDRIDIS & SINIS (1993), estudando a distribuição da comunidade bentônica, concluíram que houve uma diminuição na riqueza de espécies e na densidade dos organismos com a

diminuição da concentração de oxigênio dissolvido próximo ao substrato e com o aumento da profundidade da coluna da água.

As flutuações do nível d'água, onde o regime climático é bem marcado, com estação úmida e estação seca bem definidas, têm sido considerada por muitos pesquisadores, como um fator importantíssimo na ocorrência sazonal e na distribuição desses organismos.

NESSIMIAN (1995a), por exemplo, estudando um brejo de dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro, observou que as flutuações no nível da água contribuíram para o aumento da densidade de invertebrados bentônicos durante o período de estiagem. Além disso, a ocorrência ou ausência das macrófitas aquáticas, nesse período, influenciaram na distribuição das populações de invertebrados bentônicos através da decomposição e disponibilização de recurso para essa comunidade. Outro fator observado pelo autor é que o pH, predominantemente ácido, favoreceu o aparecimento de alguns grupos bentônicos como Ephemeroptera, Trichoptera, Hirudinea, Diptera e Crustacea. Este fato foi também observado por FRIDAY (1987 E BRADT & BERG, (1987) *apud* NESSIMIAN (1995b) em lagos da Pensilvânia.

As variações do nível da água podem estar também relacionadas com a descarga de nutrientes, temperatura na coluna da água e a disponibilidade de recursos (BENSON & PEARSON, 1987).

Outra característica comumente observada com relação à distribuição da fauna bentônica é que a sua diversidade e composição são geralmente diferentes quando se comparam as regiões litorâneas e limnética, em um mesmo ambiente. Na região litorânea, a diversidade de espécies é geralmente maior do que na limnética, provavelmente devido à maior disponibilidade de recursos, principalmente de origem alóctone, e também pela maior oxigenação próxima ao sedimento (ESTEVES 1988).

Neste sentido, MARQUES *et al.* (1997), estudando a composição da comunidade bentônica da lagoa Carioca (Parque Estadual do Rio Doce - MG), na região limnética e litorânea, constataram que na região litorânea ocorria uma maior abundância de organismos.

CORBI (2001) também registrou o dobro de gêneros de Chironomidae na região litorânea com presença de macrófitas em relação à região limnética na Represa do Ribeirão das Anhumas (Américo Brasiliense SP).

O estudo da composição de invertebrados bentônicos, especialmente os da família Chironomidae, também têm sido utilizados como ferramenta na Limnologia, na Paleoecologia e na Paleolimnologia, uma vez que as cápsulas cefálicas larvais destes organismos permanecem preservadas no sedimento, refletindo os estágios de desenvolvimento de lagos através da composição das espécies (THIENEMANN, 1922, 1954 E BRUNDIN, 1949, 1956, IN: WALKER, 1987).

1.2. A COMUNIDADE BENTÔNICA COMO FERRAMENTA PARA A PALEOLIMNOLOGIA

Os estudos paleolimnológicos, em concordância com a Paleoecologia em geral, permitem o resgate da história ecológica e da evolução de um ambiente natural ao longo do tempo e, por isso, têm sido largamente utilizados tanto na identificação de padrões funcionais de longo prazo, quanto no estabelecimento dos graus de susceptibilidade que os diversos ecossistemas apresentam às mudanças ambientais, oferecendo assim, importantes subsídios para a elaboração de políticas de manejo ambiental. Por outro lado, uma das mais importantes aplicações dos estudos paleolimnológicos é a sua correlação com a Paleoclimatologia.

Segundo WALTER (1970 IN: ANDRADE-MORRAYE, 1999), a variabilidade climática pode ser considerada como um dos principais condicionantes da diversidade estrutural e funcional dos ecossistemas, bem como da própria variabilidade de seu comportamento. Em escala espacial, pode-se notar a formação de biomas, os quais respeitam gradientes de temperatura e precipitação, com comunidades especificamente adaptadas a estes gradientes. De acordo com GATES (1993 IN: ANDRADE-MORRAYE, 1999), em escala temporal a variabilidade climática manifesta-se tanto através de mudanças sazonais quanto pelas mudanças em escala temporal de longo prazo promovendo, em ambas as situações, alterações estruturais e funcionais nos ecossistemas que, de uma

certa forma, refletem os padrões de resposta das diferentes comunidades vegetais e animais a esta variabilidade. Nesse sentido, os macroinvertebrados bentônicos têm sido utilizados também pela paleolimnologia como instrumento de monitoramento dos ecossistemas, através do biomonitoramento paleolimnológico (WALKER, 1992).

Nesse sentido, o presente estudo foi proposto como parte de um amplo Projeto de Pesquisa intitulado "Utilização de marcadores limnológicos e sedimentológicos na bacia da Lagoa do Caçó (norte do Maranhão) para determinação de mudanças na localização da Zona de Convergência Intertropical durante o final do Quaternário", financiado pela FAPESP (Processo 98/776-8), sendo parte integrante do Projeto de colaboração internacional CNPq/IRD-França (antiga ORSTOM), onde a caracterização da composição atual dos macroinvertebrados bentônicos na lagoa do Caçó e das características físicas e químicas dos corpos de água, fornecerão subsídios para a compreensão dos padrões de flutuação temporal das variáveis climáticas e biológicas.

2. OBJETIVOS

- 1) Caracterizar a comunidade bentônica presente na Lagoa do Caçó, determinando sua composição taxonômica visando a ampliação do conhecimento, no nível mais detalhado possível, e contribuindo para a conhecimento sobre a Biodiversidade dos sistemas de água doce brasileiros;
- 2) Determinar as características físicas e químicas da água e do sedimento da lagoa do Caçó, ampliando o conhecimento limnológico sobre sistemas de água doce no estado do Maranhão;
- 3) Verificar a possível relação entre as características físicas e químicas da água e do sedimento da lagoa do Caçó e a estrutura da comunidade bentônica;
- 4) Avaliar o efeito da sazonalidade climática sobre a composição de espécies, a densidade populacional e a riqueza de táxons da comunidade bentônica da lagoa do Caçó;

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

Entre as bacias hidrográficas do estado do Maranhão, destacam-se as dos rios Mearim, Grajaú, Pindaré, Balsas, Itapecuru, Turiaçu, Munim, Alpercatas, Cordas, Maracaçumé, Pericumã, Caru e Preguiças. Esses rios são típicos de planície, sendo caracterizados por baixo declive nos trechos médio e baixo, alguns bastante meândricos, correndo em direção Sul-Norte (LITOGRAF, 1991).

Já os lagos do estado do Maranhão localizam-se na Baixada Maranhense e são, em sua maioria, de várzea. Esses lagos encontram-se sob áreas de depósitos fluviais, fluviais-lacustre e fluviais-marinheiros. As informações de pequenas lagoas do norte do Estado do Maranhão (região da lagoa do Caçó) são escassas. Elas são formadas pelos rios Bom Gosto, Carrapato, Barro Duro, Alegre, Formiga e Preguiças, estão situadas no litoral oriental maranhense e abrangem uma área total de 9.319 km² (Fonte: SUDENE/UFPE, 1989, In: LITOGRAF, 1991)

Um outro tipo de lagos encontrado no Estado do Maranhão corresponde as lagoas interdunais temporárias e perenes do Parque Nacional dos lençóis Maranhenses, que encontram-se num sistema tropical bem preservado, constituindo uma Unidade de Conservação num ambiente natural e de baixa latitude.

3.2. A LAGOA DO CAÇÓ

A Lagoa do Caçó encontra-se ao norte do Estado do Maranhão, no Município de Primeira Cruz, a cerca de 100km do mar, nas coordenadas geográficas 2°58' latitude Sul e 43°25' longitude Oeste (FIGURAS 1A E 1B).

Esta lagoa foi formada pelo barramento de um vale escavado em um antigo campo de dunas, a cerca de 80 metros acima do nível do mar. Ela tem cerca de 5 km de comprimento e uma largura média de aproximadamente 500 metros. A profundidade máxima atinge 8 metros na estação seca (julho - dezembro), quando a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) localiza-se ao norte do Equador e 12 metros durante a estação chuvosa (janeiro - junho), quando a Zona de Convergência Intertropical encontra-se sobre aquela região.

FIGURA 1A- IMAGEM DE SATÉLITE LANDSAT COM A LOCALIZAÇÃO DA LAGOA DO CAÇO (MA) EM 1999. (FONTE: COORDENAÇÃO DO PROJETO AIMPACT.)

FIGURA 1B- IMAGEM DE SATÉLITE DA LANDSAT COM A LOCALIZAÇÃO DA LAGOA DO CAÇÓ EM 1999. (FONTE:COORDENAÇÃO DO PROJETO AIMPACT).

3.3. CLIMA

O Brasil, um país de grande extensão territorial, abrangendo desde a região equatorial até latitudes subtropicais, e topografia complexa, apresenta, em função disso, diferentes regimes de precipitação pluviométrica. A região nordeste do Brasil é caracterizada por apresentar uma alta variabilidade climática que vai desde um clima semi-árido (interior NE), com precipitação inferior a 500mm/ano, até o clima chuvoso (costa leste) com precipitação anual superior a 1.500mm/ano (DIAS & MORENGO 1999).

Observa-se que mais de 60% das chuvas da região Nordeste concentra-se entre os meses de março a maio, enquanto o período de estiagem vai de setembro a dezembro (DIAS & MORENGO 1999).

O clima da região onde se encontra a lagoa do Caçó (MA) é classificado como tropical semi-úmido, com precipitações anuais que oscilam entre 1500 e 1750mm/ano, sendo controlado essencialmente pelos deslocamentos sazonais da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), resultando aproximadamente 6 meses de estação seca e 6 meses de estação chuvosa (FONTE: COORDENAÇÃO DO PROJETO AIMPACT). A temperatura média anual é de 26°C sendo a máxima de 36°C e a mínima registrada, de 16°C. As condições climáticas, impostas a esta lagoa, a coloca em uma posição estratégica para a identificação e entendimento das mudanças inter-anuais na Zona de Convergência Intertropical nessa região (INPE-CPTEC, www.cptec.inpe.br).

3.3.1. ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que corresponde à linha onde se encontram os alísios procedentes de ambos os hemisférios, situa-se próxima ao Equador geográfico e sua posição oscila para o norte e para o sul conforme as estações do ano. A ZCIT segue aproximadamente o deslocamento aparente do sol (SILVA *et al.* 2000) e está presente em alguns setores da região nordeste do Brasil, sendo decisiva na caracterização climática em diversas áreas dessa região (FIGURA 2).

Vários trabalhos têm mostrado a influência da Zona de Convergência Intertropical sobre as precipitações atmosféricas nos continentes africano, americano e asiático. No Brasil, Uvo (1989) e MOURA & SHUKLA (1981) apresentam, estudos detalhados da variabilidade da Zona de Convergência Intertropical na setor norte do Nordeste do Brasil e sua importância no regime de chuvas da região Norte e Nordeste.

A ZCIT é formada em consequência da circulação das células de Hadley, a qual ocorre nos dois hemisférios em decorrência do aquecimento diferencial da superfície terrestre. Este equilíbrio climático é dinâmico e susceptível a mudanças sazonais em função da localização do máximo aquecimento solar. Assim, durante o inverno austral, o anticiclone do Atlântico

é realçado, estendendo-se sobre grande parte do Brasil, o que promove o deslocamento da ZCIT para uma posição ao norte do equador. Este conjunto de variáveis é responsável pela ocorrência de uma estação seca de duração variável e que atinge a maior parte do Brasil tropical.

Concomitantemente, o forte contraste térmico formado entre o pólo sul e o equador favorece a penetração de massas de ar polar, rumo ao norte. O contato destas massas de ar quente tropical marca a presença de frentes frias, as quais produzem chuvas em seu percurso e são responsáveis pela diminuição ou, até mesmo, o desaparecimento da estação seca em algumas partes do Brasil. Já durante o verão austral, o anticiclone Atlântico é enfraquecido, deslocando-se para o centro do oceano. Nesta fase, a ZCIT desloca-se para uma posição meridional, e devido ao aquecimento do continente sul-americano, seu traçado é encurvado para o sul. Nesta situação forma-se no norte do Brasil uma quase-monção de verão que realça a massa de ar equatorial continental, o qual cobre a maior parte do Brasil tropical, provocando a continuidade do clima seco no nordeste (formação de caatingas) e importantes precipitações convectivas no restante do Brasil (ALBUQUERQUE, 1998).

FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO SAZONAL DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT) NO CONTINENTE SUL AMERICANO.

3.4. VEGETAÇÃO

A região que circunda a lagoa do Caçó é coberta por uma vegetação em mosaico, formada por diversos tipos de coberturas campestres savânicas e florestais (cerrado, palmeiral, mata galeria), que aparentemente estão condicionadas ao tipo de solo presente naquela região (FIGURAS 3A, 3B E 3C). São áreas bastante diversificadas em tipos vegetais, mas que, até o presente, não haviam sido estudadas botanicamente (CECCATINI & LEDRU, 1999).

Em toda a região litorânea da lagoa verifica-se a ocorrência de macrófitas aquáticas (FIGURAS 3D E 3E), representadas principalmente por Juncaceae, Cyperaceae, Gramineae e Araceae (VOLKMER-RIBEIRO, 1999).

FIGURA 3A - VISTA PARCIAL DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM DIREITA), FOCALIZANDO A VEGETAÇÃO DE MATA GALERIA ENTREMEADA COM PALMEIRAS. NA LAGOA VISUALIZAM-SE OS BANCOS DE MACRÓFITAS.

FIGURA 3B –VISTA DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA), MOSTRANDO A VEGETAÇÃO TÍPICA DE PALMEIRAL NA LAGOA DO CAÇÓ EM JANEIRO DE 2001.

FIGURA 3C - VISTA DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) COM PALMEIRAL E MATA GALERIA AO FUNDO NA LAGOA DO CAÇÓ EM JANEIRO DE 2001.

FIGURA 3D- VISTA DE BANCO DE MACRÓFITAS NA MARGEM DIREITA NA LAGOA DO CAÇÓ EM JANEIRO de 2001.

FIGURA 3E – VISTA DE BANCOS DE MACRÓFITAS NA MARGEM ESQUERDA NA LAGOA DO CAÇÓ EM JANEIRO DE 2001

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. PONTOS DE AMOSTRAGEM E PERIODICIDADE DE COLETA

As coletas foram realizadas em 8 transectos, como são apresentados na TABELA 1, totalizando 20 pontos de amostragem. Foram estabelecidos 14 pontos na região litorânea (7 pontos na margem direita e 7 pontos na margem esquerda) e 6 pontos na região limnética. Os pontos de coleta da região litorânea, margem esquerda, foram representados pela letra E; os da margem direita pela letra D e aqueles da região central pela letra C (FIGURA 2).

Esses pontos foram georeferenciados com GPS da marca GARMIN modelo 130 SOUNDER, para se obter maior precisão na localização dos pontos em ambos os períodos amostrados.

As coletas foram realizadas em 2 períodos: período de chuvas (12 de abril de 1999) e período de seca (19 de novembro de 1999).

TABELA 1 - RELAÇÃO DOS TRANSECTOS E PONTOS DE COLETA AMOSTRADOS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NO PERÍODO DE SECA E DE CHUVAS.

TRANSECTOS DE COLETA	PONTOS DE AMOSTRAGEM
I	REGIÃO LITORÂNEA - PORÇÃO SUPERIOR (I-E)
II	MARGEM ESQUERDA (II-E), CENTRO (II-C) E MARGEM DIREITA (II-D)
III	MARGEM ESQUERDA (III-E), CENTRO (III-C) E MARGEM DIREITA (III-D)
IV	MARGEM ESQUERDA (IV-E), CENTRO (IV-C) E MARGEM DIREITA (IV-D)
V	MARGEM ESQUERDA (V-E), CENTRO (V-C) E MARGEM DIREITA (V-D)
VI	MARGEM ESQUERDA (VI-E), CENTRO (VI-C) E MARGEM DIREITA (VI-D)
VII	MARGEM ESQUERDA (VII-E), CENTRO (VII-C) E MARGEM DIREITA (VII-D)
VIII	REGIÃO LITORÂNEA - PORÇÃO INFERIOR (VIII-D)

FIGURA 2- LOCALIZAÇÃO DA LAGOA DO CAÇÓ (MUNICÍPIO DE PRIMEIRA CRUZ, MA), NO ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL E MAPA DA LAGOA COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.

4.2. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos da estação meteorológica do município de Barreirinhas e referem-se aos meses de janeiro a dezembro de 1999 (período de coleta), além de uma série histórica abrangendo os anos de 1966 a 1999.

4.3. VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

4.3.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA E EXTENSÃO DA ZONA EUFÓTICA

A medida de transparência da água na região limnética da lagoa foi realizada através da leitura da profundidade do desaparecimento visual do disco de Secchi. O limite da zona eufótica (aproximadamente 1% da luz incidente na superfície) foi calculado multiplicando-se o valor obtido da leitura do disco de Secchi, pelo coeficiente de extinção igual a 2,7 proposto por MARGALEF (1983).

4.3.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E TEMPERATURA DA ÁGUA

A medida das variáveis pH, condutividade elétrica, concentração de oxigênio dissolvido e temperatura da água, foram realizadas "*in situ*" em perfis verticais (a cada 0,5 m), nos pontos centrais e na região litorânea da lagoa, utilizando-se um multisensor da marca HORIBA, modelo U-10.

4.3.3. NUTRIENTES DISSOLVIDOS E TOTAIS

As amostras de água para as análises de nutrientes dissolvidos (nitrato, nitrito e amônio) e totais (fósforo e nitrogênio), foram coletadas utilizando-se uma garrafa vertical de 5 litros do tipo "Van Dorn" para coleta na superfície, meio e fundo da região limnética e na superfície da região litorânea. Essas amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e congeladas até a análise. No laboratório parte das amostras foram filtradas em filtros de éster de acetato de celulose da marca Millipore, com 0,45µm de abertura de poro e 47mm de diâmetro, a fim de reter todo o material particulado. A determinação dos nutrientes dissolvidos (nitrato e nitrito) foi feita por cromatografia de íons (HPLC - "High Performance Liquid Chromatography") e a amônia por espectrofotometria, no laboratório de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense (RJ). Para esses íons, o limite de detecção dos métodos é de 0,2 µg.L⁻¹. A concentração dos nutrientes totais, nitrogênio e fósforo em amostras não filtradas, foi determinada por espectrofotometria, no laboratório de Limnologia do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos, seguindo a técnica descrita em VALDERRAMA (1981). O limite de detecção do método para determinação do fósforo total e nitrogênio total foi de 1,0 µg.L⁻¹ e 10,0 µg.L⁻¹, respectivamente.

4.3.4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

O estado trófico da lagoa do Caçó (MA) foi calculado utilizando-se 2 índices de estado trófico (IET). O primeiro foi proposto por CARLSON (1977, modificado por TOLEDO JR *ET AL.* 1983) para reservatórios e lagos tropicais. Os critérios para classificação desse índice são apresentados na TABELA 2. Utilizou-se a seguinte expressão matemática:

$$IET(P) = 10 \times \left(6 - \frac{\ln(80,32/P)}{\ln 2} \right)$$

onde P é a concentração de fósforo total ($\mu\text{g. L}^{-1}$).

O segundo índice utilizado foi proposto por SALAS & MARTINO (1988), também para lagos tropicais e reservatórios. Utilizou-se a seguinte expressão matemática:

$$\text{IET} = 10 \times \{ 6 (48 / \text{FT}) \ln 2 \}$$

Onde FT é a concentração de fósforo total ($\mu\text{g. L}^{-1}$).

Os intervalos para classificação do grau de trofia, segundo método simplificado de SALAS & MARTINO (1988) são apresentados na TABELA 3.

TABELA 2- CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA ATRAVÉS DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET), SEGUNDO CARLSON (1977), MODIFICADO POR TOLEDO JR *et al.* (1983).

Estado Trófico (IET – P)	
CARLSON (1977), MODIFICADO POR TOLEDO JR <i>et al.</i> (1983).	
Oligotrófico	< 44
Mesotrófico	44 – 54
Eutrófico	> 54

TABELA 3- CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO TRÓFICA ATRAVÉS DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET), DE SALAS & MARTINO (1988).

Estado Trófico (IET – P)	
SALAS & MARTINO (1988)	
Ultra-oligotrófico	< 20
Oligotrófico	20 - 40
Mesotrófico	40 - 50
Eutrófico	50 - 60
Hiper-eutrófico	> 60

4.4. COLETA E ANÁLISE DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

A coleta de sedimento para análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi realizada com uma draga do tipo Ekman-Birge, com 225cm² de diâmetro de área amostral, realizando-se uma dragagem por ponto de coleta. Após coletadas as amostras foram lavadas em peneira com 0,21mm de abertura de malha. O material retido na peneira foi preservado em formol 8% no próprio local de coleta. No laboratório, utilizou-se uma solução do corante rosa de bengala a 10% a fim de corar os organismos presentes na amostra e facilitar a visualização dos mesmos. Utilizando-se uma bandeja transiluminada, os organismos bentônicos foram triados e preservados em álcool a 70%. Posteriormente foram analisados sob microscópio estereoscópico da marca Zeiss, modelo Stemi SV 6 e sob microscópio óptico da marca Zeiss, modelo Standard 25, com aumento de até 40 vezes.

As larvas de Chironomidae foram montadas em lâminas semi-permanentes em meio de Hoyer e identificadas com auxílio de chaves de identificação: MERRITT & CUMMINS (1984); ROLDAN-Pérez (1988); EPLER (1992); TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995), entre outras. Já para os Oligochaeta foram utilizadas as seguintes chaves de identificação: RIGHI (1984) e BRINKHURST & MARCHESE (1993).

Além da bibliografia citada, a identificação foi feita com o auxílio dos especialistas: Dra. Alaíde A. F. Gessner (UFSCar – Lab. Entomologia Aquática) e MSc. Paulo Augusto Zaitune Pamplin (UFSCar - Lab. Limnologia) para os Chironomidae e pela Dra Suzana Trivinho Strixino (UFSCar – Lab. Entomologia Aquática) e MSc. Leny Célia da Silva Correa (UFSCar – Lab. Entomologia Aquática) para os Oligochaeta.

A aquisição de imagens dos Chironomidae identificados foi feita através de aquisição de imagens do microscópio Zeiss, modelo Axioskop 2 plus

4.4.1. COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SEDIMENTO

A coleta das amostras de sedimento para determinação da composição granulométrica – fração inorgânica (areia total, silte e argila) e fração orgânica – foi realizada também com uma draga do tipo EKMAN-BIRGE (225cm²) nas 20 estações de amostragem e nos 2 períodos amostrados (seco e chuvoso). No laboratório, as amostras foram secas em temperatura ambiente. As determinações foram realizadas no laboratório de Paleolimnologia do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos, seguindo a metodologia descrita em SUGUIO (1973).

Os sedimentos foram classificados de acordo com a classificação textural apresenta por CAMARGO *et al.* (1987) (TABELA 2).

TABELA 2- CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DO SOLO SEGUNDO CAMARGO *et al.* (1987).

Tipo de solo	% argila
Limo arenoso	< 12,5 % argila
Limo areno barrento	12,5 % - 25 % argila
Barrentos	25% - 40% argila
Argiloso	> 40% argila

4.5. TRATAMENTO DOS DADOS DA FAUNA BENTÔNICA

4.5.1. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)

A frequência de ocorrência (F), expressa em porcentagem, é a relação entre a ocorrência das diferentes espécies e o número total de amostras (LOBO & LEIGHTON, 1986). Para isso, utilizaram-se os seguintes critérios:

constantes: $F > 50\%$.
comuns: $10\% < F < 50\%$.
raras: $F < 10\%$.

4.5.2. DENSIDADE NUMÉRICA DA FAUNA BENTÔNICA

A densidade dos organismos foi calculada a partir da contagem total dos organismos nas amostras e calculadas para área de 1 m². de acordo com a seguinte fórmula (WELCH, 1948):

$$n = \frac{o}{a.s} \times 10.000$$

onde **n** é o número de indivíduos por m², **o** é o número de organismos contados na amostra, **a** é a área do amostrador (cm²) e **s** é o número de amostras coletadas em cada ponto amostrado;

4.5.3. DIVERSIDADE DE TAXONS

A diversidade de táxons foi calculada segundo o índice de Shannon-Wiener (ODUM, 1988):

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

onde **s** é o número de espécies, **n_i** é o número de indivíduos da espécie **i** na amostra e **N** o número total de indivíduos presentes na amostra.

Neste trabalho adotou-se o conceito de diversidade mínima, considerando-se que cada morfotipo constitui uma espécie, ainda que não tenham podido ser identificadas neste nível.

4.5.4. UNIFORMIDADE

A uniformidade ou equitabilidade (ODUM, 1988) foi calculada seguindo a expressão matemática:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

onde H' é a diversidade de Shannon-Wiener e $H'_{\max} (= \log_2 S)$ é a diversidade máxima.

4.5.5. ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD

A similaridade entre os pontos de amostragem na lagoa do Caçó foi calculada utilizando-se a análise de agrupamento do tipo cluster, com a medida de similaridade de Jaccard (MAGURRAN, 1989) como coeficiente de associação, e método de ligação do tipo UPGMA (média de grupo). Foi calculado também o coeficiente de correlação cofenética, para se verificar a proporção expressa com que os resultados representam os dados originais. Para estes cálculos foram utilizados programas computacionais.

A medida de similaridade de Jaccard é representada pela equação abaixo:

$$C_j = j / (a + b - j)$$

Onde:

j = Número de espécies comuns entre as amostras a e b

a = Número de espécies da amostra a

b = Número de espécies da amostra b

4.6. TRATAMENTO ESTATÍSTICO (VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS)

A análise estatística teve como objetivo verificar a existência de diferenças nas características limnológicas da lagoa do Caçó entre os pontos de amostragem.

4.6.1. MATRIZES DOS DADOS

As matrizes para elaboração da análise estatística foram montadas de forma multivariada, com **s** linhas representando os pontos de amostragem (objetos) e **n** colunas representando as variáveis (descritores).

As variáveis limnológicas utilizadas para a montagem da matriz foram: profundidade da coluna da água, transparência da água, temperatura da água (média do perfil), concentração do oxigênio dissolvido (média do perfil), condutividade elétrica (média do perfil), pH (média do perfil), concentração de nitrato, amônio, nitrogênio total, fósforo total, fração inorgânica (areia, silte e argila) e orgânica do sedimento.

4.6.2.- ANÁLISE DE VARIÂNCIA MULTIVARIADA (MANOVA)

Esta análise foi realizada com o objetivo de se testar a influência da sazonalidade climática (na região da lagoa do Caço) na distribuição dos dados para as características limnológicas.

Para a aplicação desse teste, o número de objetos (pontos de amostragem) nunca foi menor ou igual ao número de descritores (variáveis), ou seja, a condição para a aplicação foi $s > n$.

O nível de decisão admitido para o teste foi de 5 % ($\alpha = 0,05$).

PROCEDIMENTO DE ACORDO COM ZAR (1999).

Nível de decisão: 5 % ($\alpha = 0.05$).

Pergunta: Há efeito da sazonalidade na distribuição dos dados?

Hipóteses:

H0: Não há efeito da sazonalidade na distribuição dos dados;

H1: Há efeito da sazonalidade na distribuição dos dados.

Conclusão:

- $\lambda > \alpha$ = não se rejeita H0 e rejeita-se H1.

Não há efeito da sazonalidade na distribuição dos dados.

Neste caso, dá-se seguimento à análise utilizando-se uma matriz com os três períodos amostrados.

- $\lambda < \alpha$ = rejeita-se H_0 e não se rejeita H_1 .

Há efeito da sazonalidade na distribuição dos dados.

Neste caso, há prosseguimento dos testes, utilizando-se uma matriz para cada período amostrado.

4.6.3. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

Esta análise foi aplicada para as características limnológicas, a partir de uma matriz de correlação.

A análise de componentes principais é realizada por combinações lineares do conjunto de dados, visando identificar quais variáveis são responsáveis pela maior proporção da variância dos dados. De maneira geral, esta análise foi aplicada para hierarquizar os pontos de amostragem segundo as variáveis que compunham as matrizes de dados iniciais.

Quando necessário, após uma análise inicial com todas as variáveis, foram descartadas aquelas que apresentaram correlação (carga), em módulo, menor que 0.200, com o objetivo de aumentar a variância explicada dos componentes 1 e 2.

Foram consideradas variáveis importantes para a análise dos resultados do teste aquelas que apresentaram coeficiente de correlação maior que 0.700, em módulo, nos componentes 1 e 2. O número mínimo de fatores foi estabelecido segundo MANLY (1986).

4.6.4. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO COM BASE NOS COEFICIENTES DA ACP

A partir dos "escores" dos fatores gerados pelas análises de componentes principais, foi realizada a análise de agrupamento do tipo Cluster, utilizando-se a distância euclidiana média como índice de correlação e a média

de grupo (UPGMA) como método de ligação. Foi calculado o coeficiente de correlação cofenético para estimar a resposta das análises em relação aos dados originais, admitindo-se serem estas significativas quando o coeficiente fosse superior a 80 % (ZAR, 1999).

5. RESULTADOS

5.1. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Os dados mensais de precipitação pluviométrica são apresentados na FIGURA 5.

Durante o ano de 1999 a região foi caracterizada por apresentar sete meses com ocorrência de chuvas (janeiro a julho), com uma variação mensal entre 16,6 e 396,0 mm e cinco meses de estiagem (agosto a dezembro), sem qualquer precipitação. A precipitação anual foi de 1432,5mm.

O mês de abril de 1999, escolhido para a realização da coleta, coincidiu com o mês de maior precipitação pluviométrica nesse ano. Não houve ocorrência de precipitação pluviométrica durante o mês de novembro, quando foi realizada a coleta representativa do período de estiagem.

A série histórica da precipitação pluviométrica compreendida entre 1966 e 1999 é apresentada na FIGURA 6. Nela são registrados valores mensais máximo, médio e mínimo da precipitação pluviométrica. A média de precipitação pluviométrica registrada na região da lagoa da Caçó, nos últimos 34 anos, é muito similar àquela registrada no período em estudo (dados apresentados em Anexo).

FIGURA 5- VALORES MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA REGISTRADOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BARREIRINHAS (REGIÃO PRÓXIMA À LAGOA DO CAÇÓ) NO ANO DE 1999.

FIGURA 6- VALORES MENSAIS MÁXIMO, MÉDIO E MÍNIMO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA REGISTRADOS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BARREIRINHAS (REGIÃO PRÓXIMA À LAGOA DO CAÇÓ) ENTRE 1966 E 1999. AS BARRAS INDICAM OS DESVIOS-PADRÃO PARA O PERÍODO.

5.2. VÁRIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

5.2.1. TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA, PROFUNDIDADE NOS PERÍODOS DE COLETA E EXTENSÃO DA ZONA EUFÓTICA

Os valores de transparência da água, profundidade e limite da zona eufótica nos pontos de coleta, medidos nos períodos de chuva (abril de 1999) e de estiagem (novembro de 1999), são mostrados nas FIGURA 7 E 8. Os limites da zona eufótica calculados são apresentados na TABELA 5.

A transparência da água foi total nos dois períodos de amostragem para os pontos da região litorânea (margem direita e esquerda) com profundidades máximas de 1,5 metros no período chuvoso e de 1,0 metro para o período de estiagem (TABELA 5).

No período chuvoso a profundidade máxima registrada foi de 9,8 metros no ponto 3 da região limnética e a transparência da água variou entre 4,5 e 4,7 metros. Já no período de estiagem a profundidade máxima registrada foi de 8,5 metros nos pontos 6 e 7 e a mínima de 7,0 metros no ponto 3. A transparência da água variou entre 4,2 e 4,3 metros nos pontos da região limnética (TABELA 5).

TABELA 5- PROFUNDIDADE MÁXIMA E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

Ponto	Abril de 1999		Novembro de 1999	
	Prof. max. (m)	Transparência da água (m)	Prof. max. (m)	Transparência da água (m)
1E	1,5	1,5	0,5	0,5
2E	0,5	0,5	0,5	0,5
2D	1,0	1,0	0,5	4,2
2C	8,0	4,5	8,0	0,5
3E	0,5	0,5	1,0	1,0
3C	9,8	4,7	7,5	4,2
3D	1,0	1,0	1,0	1,5
4E	0,75	0,75	0,5	0,5
4C	8,5	4,7	8,0	4,3
4D	0,75	0,75	1,0	1,0
5E	0,5	0,5	1,0	1,0
5C	8,5	4,7	8,0	4,3
5D	0,75	0,75	1,0	1,0
6E	0,5	0,5	0,5	0,5
6C	8,5	4,5	8,5	4,2
6D	1,0	1,0	1,0	1,0
7E	0,5	0,5	1,0	1,0
7C	8,0	4,5	8,5	4,3
7D	0,75	0,75	1,0	1,0
8D	0,5	0,5	0,5	0,5

FIGURA 7- PROFUNDIDADE MÁXIMA E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA NA LAGOA DO CAÇÓ, EM ABRIL DE 1999 (PERÍODO CHUVOSO).

FIGURA 8- PROFUNDIDADE MÁXIMA E TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA NA LAGOA DO CAÇÓ, EM NOVEMBRO DE 1999 (PERÍODO SECO).

5.2.2. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

De maneira geral o pH da lagoa do Caçó é ácido. As FIGURAS 9 e 10 mostram os perfis verticais do pH na região litorânea, margem direita e esquerda respectivamente, no mês de abril de 1999 e de novembro de 1999. No período de chuvas, na margem direita, não houve variação espacial significativa, nem vertical. Os valores máximo e mínimo de pH registrados foram de 5,72 e 5,34 respectivamente. Já para o período de estiagem houve uma variação sinificativa tanto espacial como vertical. O pH máximo registrado nesse período foi de 6,90 (no ponto 4) enquanto que o mínimo foi de 4,89 (no ponto 2). No ponto 4 também se observou a maior variação vertical de pH, o qual variou entre 6,90 na superfície e 5,99 no fundo.

Na margem esquerda os valores de pH não sofreram variações espaciais nem verticais marcantes na amostragem de abril. Os valores máximo e mínimo registrados nesse período foram de 5,83 no ponto 6 e 5,20 no ponto 2. Já no período de estiagem observou-se variação espacial mais marcada, com o maior valor de pH de 6,32 registrado no ponto 6 e o menor de 5,02 no ponto 2.

Verticalmente a maior amplitude de variação de pH foi observada no ponto 7 com variação de 0,45 unidade de pH, entre a superfície e o fundo.

A FIGURA 11 mostra os perfis verticais de pH nos diferentes pontos amostrados na região limnética para os dois períodos de amostragem. O valor máximo registrado em abril foi de 5,77 e o mínimo de 4,13. Já em novembro o máximo foi de 6,31 e o mínimo de 4,22. Nos dois períodos amostrados observa-se que com o aumento da profundidade o pH diminui.

Em geral observa-se maior homogeneidade em relação ao pH no período chuvoso e maior heterogeneidade no período seco, entre os pontos de amostragem.

Na região limnética (FIGURA 11) observa-se uma estratificação química na coluna d'água em ambos períodos sazonais. Particularmente nos pontos 5, 6 e 7 observaram múltiplas microestratificações.

FIGURA 9- PERFIS VERTICAIS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NA REGIÃO LITORÂNEA - **MARGEM DIREITA** - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA . B) PERÍODO DE ESTIAGEM .

FIGURA 10- PERFIS VERTICAIS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NA REGIÃO LITORÂNEA - **MARGEM ESQUERDA** - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA . B) PERÍODO DE ESTIAGEM

FIGURA 11- PERFIS VERTICAIS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA . B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

5.2.3. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os valores da condutividade elétrica registrados na margem direita da lagoa em abril de 1999, revelam que não houve variação espacial e vertical significativa (FIGURA 12). O valor máximo registrado foi de $36 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e o mínimo de $34 \mu\text{S.cm}^{-1}$. Já no período chuvoso observa-se variação espacial entre os pontos e vertical apenas nos pontos 3 e 5. O valor máximo de condutividade elétrica registrado nesse período foi de $39 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e a mínimo de $35 \mu\text{S.cm}^{-1}$.

Na margem esquerda, houve variação nítida espacial apenas no período chuvoso (FIGURA 13). Os valores máximo e mínimo registrados foram de $38 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e de $34 \mu\text{S.cm}^{-1}$ respectivamente, enquanto que no período de estiagem o valor máximo de condutividade elétrica foi de 36 e o mínimo de 35 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

Na região limnética, em abril, observa-se variação espacial e vertical nos valores de condutividade elétrica, enquanto que em novembro houve apenas variação vertical (FIGURA 14). O valor máximo registrado em abril foi de $37 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e o mínimo de $31 \mu\text{S.cm}^{-1}$. A condutividade elétrica aumentou com a profundidade. Em novembro o valor máximo registrado foi de $39 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e o mínimo de $35 \mu\text{S.cm}^{-1}$. Também nesse período observou-se um aumento da condutividade elétrica com a profundidade, em todos os pontos amostrados.

Em diversos perfis há coincidência total dos valores, razão pela qual apenas duas ou três linhas são plotadas, como se observa nas figuras 12 (a), 13 (b) e 14 (b).

FIGURA 12- PERFIS VERTICAIS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM DIREITA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA . B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

FIGURA 13- - PERFIS VERTICAIS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM ESQUERDA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA . B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

FIGURA 14- - PERFIS VERTICAIS DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA . B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

5.2.4. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A concentração de oxigênio dissolvido para os pontos localizados na margem direita variou espacialmente, tanto no eixo horizontal quanto no vertical, nos períodos de chuva e de estiagem (FIGURA 15). Os valores máximos e mínimos registrados nesses dois períodos foram de 7,83 mg.L⁻¹ (ponto 5) e 5,02 mg.L⁻¹ (ponto 3) e 7,52 mg.L⁻¹ (ponto 2) e 5,30 mg.L⁻¹ (ponto 5), respectivamente. Para os pontos da margem esquerda também houve variação espacial na concentração de oxigênio dissolvido nos dois períodos de amostragem (FIGURA 16). No período de chuva, a maior concentração registrada foi de 8,69 mg.L⁻¹ no ponto 2 e a mínima de 5,30 mg.L⁻¹ no ponto 1. Já no período de estiagem a maior concentração registrada foi de 9,54 mg.L⁻¹ no ponto 2 e a menor de 6,75 mg.L⁻¹ no ponto 4.

Foram observados máximos subsuperficiais (a 0,5m de profundidade) nos pontos 4 e 6 na estação chuvosa e no ponto 7, na margem direita, região litorânea.

Na região limnética da lagoa (FIGURA 17), observou-se uma pequena variação horizontal e vertical na concentração de oxigênio dissolvido no período de chuva e apenas vertical, no período de estiagem. A maior e a menor concentração de oxigênio dissolvido na região limnética registrada no período de chuva foi de 7,59 mg.L⁻¹ e 5,43 mg.L⁻¹ no ponto 3, superfície e fundo respectivamente. No período de estiagem a maior concentração foi de 6,99 mg.L⁻¹ no ponto 7 (superfície) e a menor de 5,44 mg.L⁻¹ no ponto 2 (fundo). Nessa região, a concentração de oxigênio dissolvido diminuiu com o aumento da profundidade, conforme se observa nos perfis verticais apresentados.

Na região limnética observa-se microestratificação química, com múltiplas oxiclina.

FIGURA 15- PERFIS VERTICAIS DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg.L^{-1}) NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM DIREITA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

FIGURA 16- PERFIS VERTICAIS DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg.L^{-1}) NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM ESQUERDA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

FIGURA 17- PERFIS VERTICAIS DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg.L^{-1}) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

5.2.5. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA TEMPERATURA DA ÁGUA

Para a temperatura da água, os valores registrados evidenciaram que houve pequenas variações espaciais, tanto no eixo horizontal quanto vertical, nos dois períodos de amostragem. Na margem direita (FIGURA 18), no período de chuva, o valor máximo registrado foi de 30,9°C no ponto 6 (superfície) e o mínimo de 29,0 °C no ponto 2 (fundo). Já no período de estiagem o valor máximo registrado foi 29,6 °C no ponto 2 (superfície) e o mínimo de 28,8 °C no ponto (5 fundo). Na margem esquerda da lagoa (FIGURA 19), o valor máximo de temperatura registrado nesse período foi de 30,4 °C no ponto 2 (superfície) e o mínimo de 28,4 °C no ponto 5 (superfície). Já no período de estiagem a temperatura variou entre 31,2 °C no ponto 2 (superfície) e 29,0 °C no ponto 7 (fundo)

Para os pontos da região limnética da lagoa (FIGURA 20) registraram-se valores máximos de temperatura de 29,4 °C no ponto 2 (superfície) e mínimo de 28,6 °C no ponto 6 (fundo) no período de chuva. Já no período de estiagem, os valores máximo e mínimo de temperatura registrados foram de 29,1 °C no ponto 2 (superfície) e de 28,°C no ponto 7 (fundo). Nessa região a temperatura da água diminui com a profundidade.

Na região limnética foram observadas microestratificações múltiplas na coluna d'água, em ambos períodos.

FIGURA 18- PERFIS VERTICAIS DA TEMPERATURA DA ÁGUA (°C) NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM DIREITA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

FIGURA 19- PERFIS VERTICAIS DA TEMPERATURA DA ÁGUA (°C) NA REGIÃO LITORÂNEA - MARGEM ESQUERDA - DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

FIGURA 20- PERFIS VERTICAIS DA TEMPERATURA DA ÁGUA (°C) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ. A) PERÍODO DE CHUVA. B) PERÍODO DE ESTIAGEM.

5.3. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS CONCENTRAÇÕES DOS NUTRIENTES DA ÁGUA

5.3.1. NITRATO

A FIGURA 21 mostra a variação espacial e temporal da concentração de nitrato nos pontos da margem esquerda. Verifica-se que as concentrações desse íon foram bem mais elevadas no período de estiagem comparadas ao período chuvoso, exceto no ponto 3, onde a concentração registrada nesse período ficou abaixo do limite de detecção do método. Nesse período a maior concentração de nitrato foi de $71,30 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 7. No período chuvoso (abril de 1999) a maior concentração de nitrato registrada foi de $51,46 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 3 e a menor de $13,64 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 2.

Na margem direita, as concentrações de nitrato aumentaram no período de estiagem em relação ao período de chuvas (FIGURA 22). A maior e a menor concentrações de nitrato registradas no período de estiagem foram de $69,44 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $51,46 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente. Já no período de chuvas a maior concentração registrada foi de $50,22 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 3 e a menor de $11,16 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 8.

Na região limnética observa-se que ocorreu também uma variação temporal significativa da concentração desse íon. Em abril (FIGURA 23), a maior concentração registrada foi de $58,28 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 2 (superfície) e a menor de $10,54 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 7 (meio). Em novembro, a maior concentração registrada foi de $106,64 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 6 (superfície) e a menor de $55,18 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 4 (meio), evidenciando um aumento na concentração desse íon nesse período (FIGURA 24).

FIGURA 21- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM ESQUERDA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 22- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM DIREITA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 23- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA (SUPERFÍCIE, MEIO E FUNDO) DA LAGOA DO CAÇÓ EM ABRIL DE 1999.

FIGURA 24- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA (SUPERFÍCIE, MEIO E FUNDO) DA LAGOA DO CAÇÓ EM NOVEMBRO DE 1999.

5.3.2. AMÔNIA

Houve significativa variação espacial e temporal da concentração de amônia entre os pontos localizados na margem esquerda (FIGURA 25). Na margem esquerda, a maior e a menor concentrações registradas em abril foram de $160,38 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 5 e $18,94 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 4, respectivamente. Já em novembro a maior concentração de amônia nesse local foi de $54,54 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 2, enquanto que nos pontos 3 e 7 não foram detectadas concentrações desse íon.

Na margem direita da lagoa (FIGURA 26), observa-se que as maiores concentrações desse íon foram registradas no período de estiagem (novembro de 1999). Nesse período a maior concentração registrada foi de $80,46 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 2. No ponto 5 a concentração registrada ficou abaixo do limite de detecção do método. Já em abril a maior concentração de amônia foi de $20,88 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 3, enquanto que no ponto 8 o valor registrado ficou abaixo do limite de detecção do método.

Na região limnética da lagoa observa-se que há uma heterogeneidade espacial e temporal entre os pontos de amostragem (FIGURA 27). Em abril, registrou-se a maior concentração desse íon, que foi de $148,68 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 4, no fundo. Nesse mesmo período, a menor concentração registrada foi de $7,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ nos pontos 6 e 7, na superfície. Em novembro (FIGURA 28), a maior concentração de amônia foi de $57,43 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 3, no fundo da coluna d'água. Em vários pontos, nesse período, as concentrações desse íon (ponto 2, no fundo, pontos 3 e 5 na superfície, ponto 4 no meio e ponto 6 na superfície e no meio) estiveram abaixo do limite de detecção.

FIGURA 25 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM ESQUERDA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM DE ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 26 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA DA LAGOA DO CAÇÓ (MARGEM DIREITA) NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 27- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL DE 1999.

FIGURA 28 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM NOVEMBRO DE 1999.

5.3.3. NITROGÊNIO TOTAL

As concentrações de nitrogênio total registradas na região litorânea (margem esquerda e direita) revelam que não houve uma variação espacial e temporal significativa (FIGURAS 29 e 30). Em abril, a maior concentração registrada na margem esquerda foi de $307,56 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 4, e a menor de $227,33 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 3. Já em novembro a maior concentração desse íon foi de $346,05 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 1, enquanto que a menor foi de $242,38 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 5 (FIGURA 29).

Na margem direita (FIGURA 30), a maior e a menor concentrações de nitrogênio total registradas em abril, foram de $383,22 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 3 e $227,98 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 2, respectivamente. Já em novembro, a maior concentração de nitrogênio total registrada na margem direita foi de $346,05 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 1 e a menor de $242,33 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 5.

Na região limnética não houve também significativa variação espacial e temporal da concentração de nitrogênio total. Em abril (FIGURAS 31), a maior concentração registrada foi de $327,13 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 6, na superfície e a menor de $205,13 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 3, no meio da coluna d'água. Já em novembro (FIGURAS 32), a maior e a menor concentração de nitrogênio total registrada foram de $439,32 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 4 (fundo) da coluna d'água e de $236,46 \mu\text{g.L}^{-1}$ no (ponto 7), respectivamente.

FIGURA 29- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 30- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 31- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL DE 1999.

FIGURA 32- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM NOVEMBRO DE 1999.

5.3.4. FÓSFORO TOTAL

A FIGURA 33 mostra a variação espacial e temporal da concentração de fósforo total em 6 pontos da região litorânea (margem esquerda). Em abril, a maior concentração registrada na margem esquerda foi de $11,17 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 2, e a menor de $4,97 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 6. Já em novembro a maior e menor concentração registradas desse íons foram de $8,24 \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 6 e $5,96 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto 1), respectivamente.

Na margem direita (FIGURA 34), a maior concentração registrada em abril foi de $9,22 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 4 e a menor de $4,65 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 3. Já em novembro a maior concentração registrada foi de $8,89 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 5 e a menor de $4,32 \mu\text{g.L}^{-1}$, no ponto 2.

Na região limnética da lagoa (FIGURA 35) as maiores e menores concentrações registradas no período de chuvas foram de $12,48 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto 6 na superfície) e $4,32 \mu\text{g.L}^{-1}$ (nos pontos 2 na superfície e 7 no fundo da coluna d'água, respectivamente). Já em novembro, a maior concentração desse íon foi de $7,59 \mu\text{g.L}^{-1}$ (no ponto 3, na superfície) e a menor de $5,31 \mu\text{g.L}^{-1}$, no fundo (FIGURA 36).

FIGURA 33- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 34- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 35- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM EM ABRIL DE 1999.

FIGURA 36- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL ($\mu\text{g.L}^{-1}$) NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ, NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM EM NOVEMBRO DE 1999.

5.3.5. RELAÇÃO NITROGÊNIO TOTAL / FÓSFORO TOTAL

Na tabela 6 são apresentados os valores máximo, médio, mínimo, desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (C.V. %) da razão entre as concentrações de nitrogênio total e fósforo total nos pontos e profundidades amostradas na lagoa do Caçó (MA). A razão NT/PT variou de 19,52 a 82,51 em abril de 1999 e de 30,35 a 69,96 em novembro de 1999, considerando-se todos os pontos. Os valores médios da razão NT/PT em abril e novembro de 1999 foram de 35,90 e 43,36, respectivamente.

Para os pontos da região litorânea (margem esquerda e direita), os valores médios da razão NT/PT em abril e novembro de 1999 foram de 39,84 e 41,67, respectivamente (TABELA 7). Já o valor máximo registrado em abril foi de 82,41 e o mínimo de 21,34, enquanto que, em novembro, o valor máximo foi de 58,06 e o mínimo de 33,22.

Comparando-se os valores da razão NT/PT da região limnética (superfície, meio e fundo) observa-se que a média em abril foi de 32,84 e em novembro de 44,68 (TABELA 8). O valor máximo da razão NT/PT registrado em abril foi de 60,32 enquanto que em novembro foi de 69,96. Já os valores mínimos foram de 19,52 em abril e 30,35 em novembro.

TABELA 6- VALORES MÁXIMO, MÉDIO E MÍNIMO DA RAZÃO NT/PT PARA OS PONTOS E PROFUNDIDADES AMOSTRADAS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999, ALÉM DO DESVIO PADRÃO (S) E DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (C.V.).

	Razão NT/PT	
	Abril de 1999	Novembro de 1999
máximo	82,41	69,96
médio	35,90	43,36
mínimo	19,52	30,35
S	13,66	9,91
C. V. %	2,63	4,37

TABELA 7- VALORES MÁXIMO, MÉDIO E MÍNIMO DA RAZÃO NT/PT PARA OS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA E DIREITA) NA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999, ALÉM DO DESVIO PADRÃO (S) E DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (C.V.).

Razão NT/PT		
Região Litorânea (margem esquerda e direita)		
	Abril de 1999	Novembro de 1999
Máximo	82,41	58,06
Médio	39,84	41,67
mínimo	21,34	33,22
S	14,71	9,29
C. V. %	2,71	4,48

TABELA 8- VALORES MÁXIMO, MÉDIO E MÍNIMO DA RAZÃO NT/PT DA MÉDIA DAS CONCENTRAÇÕES OBTIDAS E DOS PONTOS AMOSTRADOS NA REGIÃO LIMNÉTICA (SUPERFÍCIE, MEIO E FUNDO) NA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999, ALÉM DO DESVIO PADRÃO E DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (C.V.).

Razão NT/PT		
Região Limnética (superfície, meio e fundo)		
	Abril de 1999	Novembro de 1999
máximo	60,32	69,96
médio	32,84	44,68
mínimo	19,52	30,35
S	12,33	10,44
C. V. %	2,66	4,28

5.4. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET)

5.4.1- ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE CARLSON

Na TABELA 9 são apresentados os valores máximo, médio, mínimo, desvio padrão (S) e coeficiente de variação (C. V. %) calculados para o índice de estado trófico baseado nas concentrações de fósforo total (IET-P) registradas em todos os pontos e profundidades amostradas na lagoa do Caçó (MA) em abril e novembro de 1999. Os valores máximo, médio e mínimo do IET-P registrado em abril foram 33,1; 25,5 e 17,8, respectivamente. Já em novembro de 1999 os valores máximo, médio e mínimo foram 27,1; 24,1 e 19,9, respectivamente.

Os valores obtidos para o índice de estado trófico, na lagoa do Caçó (MA) sugerem uma oligotrofia do sistema, nos dois períodos de amostragem.

TABELA 9- VALORES MÁXIMOS, MÉDIOS, E MÍNIMOS DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) DE CARLSON BASEADO NAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL CONSIDERANDO-SE TODOS OS PONTOS E PROFUNDIDADES AMOSTRADAS NA LAGOA DO CAÇÓ, EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

	IET - P	
	Abril de 1999	Novembro de 1999
Máximo	33,1	27,1
Médio	25,5	24,1
Mínimo	17,8	19,9
S	4,21	1,87
C. V. %	6,06	12,88

5.4.2. ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO DE SALAS E MARTINO

A TABELA 10 apresenta os valores máximo, médio, desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (C. V. %) do índice de por Salas & Martino (1988) baseado na concentração de fósforo total. Em abril de 1999, para este índice foram registrados os valores máximo, médio e mínimo de 40,6; 33,0 e 25,3, respectivamente. Já em novembro os valores máximo, médio e mínimo foram de 34,6; 31,6 e 27,3, respectivamente.

Segundo este índice a lagoa do Caçó (MA) pode ser classificada como oligotrófica.

TABELA 10- VALORES MÁXIMOS, MÉDIOS E MÍNIMOS DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) DE SALAS E MARTINO (1988) CONSIDERANDO-SE A CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL EM TODOS OS PONTOS E PROFUNDIDADES AMOSTRADAS, NA LAGOA DO CAÇÓ EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

	IET - P	
	Abril de 1999	Novembro de 1999
Máximo	40,6	34,6
Médio	33,0	31,6
Mínimo	25,3	27,3
S	4,2	1,9
C. V. %	7,8	16,8

5.5. ANÁLISES FÍSICAS DO SEDIMENTO

5.5.1. COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO SEDIMENTO DA LAGOA DO CAÇÓ.

A FIGURA 37 mostra os dados relativos à composição granulométrica (fração inorgânica) do sedimento na margem esquerda (região litorânea) da lagoa do Caçó (MA). Nessa região não houve variação significativa da composição granulométrica entre os períodos amostrados. No período chuvoso a fração areia total predominou nos pontos 2, 3, 4 e 5 e em novembro nos pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. A maior contribuição da fração de areia total foi registrada em abril, sendo de 97,86% do peso seco (PS) no ponto 2 e a menor de 26,92% PS no ponto 7. Nesse período, a fração argila predominou nos pontos 1 (82,29% PS), 6 (90,42% PS) e 7 (68,2% PS). Silte foi a fração inorgânica menos representada, variando entre 0% e 1,92% PS. Apenas em novembro, no ponto 7, houve predomínio de argila, a qual representou 72,44% do peso seco do sedimento. Nos demais pontos onde predominaram a areia, a variação entre os pontos ficaram entre 97,86% PS e 87,95% PS. Nesse período, a fração silte variou entre 0,03% e 0,64% PS.

Na margem direita da lagoa não houve variação espacial significativa da composição granulométrica entre os dois períodos de amostragem, sendo a fração argila a predominante em ambos os períodos (FIGURA 38). Em abril, observa-se predomínio de argila nos pontos 2, 4, 6 e 7, com uma concentração máxima e mínima de 91,15% PS no ponto 2 e 63,1% PS no ponto 6 respectivamente. Já em novembro, dos 7 pontos analisados na margem direita, apenas no ponto 5 a fração de areia total foi dominante, representando 93,14% PS. Nos demais pontos, a fração inorgânica de argila ocorreu em proporções que variaram de 94,39% PS no ponto 1 a 50,4% PS no ponto 4. Nessa região, o silte foi a menor fração registrada e sua contribuição relativa variou entre 0,08% PS no ponto 5 e 1,98% PS no ponto 2.

A FIGURA 39 mostra a contribuição relativa da fração argila na região limnética da lagoa, nos dois períodos de amostragem. Em abril, a argila predominou nos pontos 2, 3, 4 e 5. A maior contribuição relativa de argila

nesse período foi de 75,58% PS no ponto 3 e a menor de 20,49% PS no ponto 7. Já em novembro, com exceção do ponto 3 onde houve predomínio da fração areia (total) com 97,9% PS. Para os demais pontos (2, 4, 5, 6 e 7) foram registradas contribuições relativas de argila que variaram entre 74,32% e 88,75% PS.

5.5.2. CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS FRAÇÕES INORGÂNICA (% P.S.) E ORGÂNICA (% P.S.) NO SEDIMENTO NA LAGOA DO CAÇÓ.

A FIGURA 40 mostra a variação espacial e temporal da contribuição relativa de matéria orgânica e da fração inorgânica no sedimento da lagoa do Caçó na região litorânea, margem esquerda. A contribuição relativa da fração inorgânica foi superior à fração orgânica em ambos os períodos amostrados e também em todos os pontos de amostragem. Em abril, nessa região, o maior e menor valores registrados da fração orgânica foram de 29,89% PS no ponto 6 e a menor de 0,5% PS, no ponto 2, respectivamente. Em novembro, a contribuição relativa da fração orgânica foi de 33,62% PS no ponto 7 e a menor de 0,59% PS no ponto 4.

Na margem direita, observa-se que há uma contribuição relativamente maior da fração orgânica nos diferentes pontos, contudo, nota-se ainda o predomínio da fração inorgânica, em ambos os períodos amostrados (FIGURA 41). Em abril, as concentrações de matéria orgânica variaram entre 21,44% e 7,58% PS nos pontos 4 e 8 respectivamente. Já em novembro, os valores de matéria orgânica variaram entre 18,78% PS e 2,03% PS nos pontos 2 e 5 respectivamente.

Com relação à região limnética da lagoa do Caçó, assim como na região litorânea (margens direita e esquerda), observa-se o predomínio da fração inorgânica sobre a orgânica em todos os pontos de amostragem e em ambos os períodos amostrados (FIGURA 42). Em abril, registrou-se para a fração orgânica o maior valor, no ponto 2, representando 14,01% PS e o menor, no ponto 7

com 3,35% PS. Em novembro, as concentrações variaram entre 0,48% e 10,22% PS nos pontos 3 e 4 respectivamente.

FIGURA 37- COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (FRAÇÃO INORGÂNICA) NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) NA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 38- COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (FRAÇÃO INORGÂNICA) NOS PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) NA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 39- COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (FRAÇÃO INORGÂNICA) NOS PONTOS DA REGIÃO LIMNÉTICA NA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 40- FRAÇÃO INORGÂNICA E ORGÂNICA NO SEDIMENTO NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA) DA LAGOA DO CAÇÓ. A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 41- FRAÇÃO INORGÂNICA E ORGÂNICA NO SEDIMENTO NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM DIREITA) DA LAGOA DO CAÇÓ . A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999.

FIGURA 42- FRAÇÃO INORGÂNICA E ORGÂNICA NO SEDIMENTO NOS DIFERENTES PONTOS DA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ . A) ABRIL DE 1999. B) NOVEMBRO DE 1999.

5.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA (VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS)

5.6.1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA MULTIVARIADA (MANOVA)

Os resultados da análise de variância multivariada ($\alpha = 0,05$), revelaram haver efeito da sazonalidade sobre as características limnológicas da lagoa do Caçó entre os períodos de abril e novembro.

Dessa forma, para as análises seguintes previstas no planejamento estatístico, a matriz inicial foi dividida em duas outras matrizes, segundo o período de amostragem.

5.6.2. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS - ABRIL DE 1999

Por uma análise preliminar foi possível descartar as variáveis que apresentaram valores baixos de correlação, ou seja, condutividade elétrica e nitrogênio total.

As variáveis que se mostraram relevantes na distribuição dos dados, após a análise final, e seus valores de correlação com os componentes 1 e 2, são apresentados na TABELA 11.

A porcentagem total da variância explicada pelos dois componentes é de 58,93%, acima do limite mínimo estipulado pelo planejamento estatístico.

De acordo com a natureza das variáveis que se correlacionaram com os componentes, o fator 1 foi representado positivamente pela fração de areia total e negativamente pelas frações de argila e silte. O fator 2 foi representado positivamente pelo pH e negativamente pela profundidade e transparência da água, ordenando os pontos de acordo com a estrutura vertical da coluna da água.

Os pontos da região limnética, com maiores valores de profundidade e transparência, associaram-se negativamente com o fator 2, e os da região litorânea (margem esquerda e direita), com pouca profundidade e transparência, tiveram uma associação positiva com este fator. A FIGURA 43

mostra a ordenação dos pontos de amostragem em função dos eixos ou fatores.

TABELA 11- CORRELAÇÃO (COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO > 0.700) ENTRE AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS E OS FATORES 1 E 2, E VARIÂNCIA EXPLICADA NO PERÍODO DE ABRIL DE 1999.

Variáveis limnológicas	FATORES	
	1	2
Areia total	0,939	
Silte	-0,907	
Argila	-0,944	
pH		0,819
Profundidade		-0,921
Transparência da água		-0,925
Percentagem da variância explicada	32,75	26,18
Percentagem total da variância explicada	58,93

FIGURA 43- ORDENAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NO PERÍODO DE ABRIL DE 1999, PELA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA AS VARÁVEIS LIMNOLÓGICAS, SEGUNDO OS FATORES 1 E 2.

5.6.3. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO COM BASE NOS COEFICIENTES DA ACP – ABRIL DE 1999

A partir dos escores obtidos pela análise de componentes principais, foi realizada uma análise de agrupamento do tipo "cluster", resultando o dendrograma apresentado na FIGURA 44.

Esta segunda análise foi satisfatoriamente significativa, representando 80,34% dos dados originais, já que o coeficiente de correlação cofenética encontrado foi de 0,8034.

Verificou-se a formação de três agrupamentos distintos segundo os valores das variáveis limnológicas em abril de 1999: o agrupamento I representado por todos os pontos da margem direita juntamente com os pontos 6E e 1E da margem esquerda; o agrupamento II representado pelos demais pontos da margem esquerda; e o agrupamento III representado por todos os pontos da região limnética da lagoa.

FIGURA 44- DENDROGRAMA COM O AGRUPAMENTO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ACORDO COM OS VALORES DOS COEFICIENTES DA ACP PARA AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NO PERÍODO DE ABRIL DE 1999.

5.6.4. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS – NOVEMBRO DE 1999

Por uma análise de componentes principais preliminar, não houve descarte de nenhuma variável.

As variáveis que se mostraram relevantes na distribuição dos dados e seus valores de correlação com os fatores 1 e 2, são apresentados na TABELA 12.

A porcentagem da variação total explicada pelos dois componentes foi de 59,96%, acima do limite mínimo estipulado pelo planejamento estatístico.

De acordo com a natureza das variáveis que se correlacionaram com os componentes, o fator 1 foi representado positivamente pela fração de silte e argila e negativamente pela areia total e oxigênio dissolvido. O fator 2 foi representado positivamente pela temperatura da água e negativamente pela profundidade e transparência da coluna da água, ordenando os pontos de acordo com a estrutura vertical da coluna da água (FIGURA 45).

Em relação ao fator 1 é importante destacar a associação dos pontos centrais, com exceção do 3C, com baixos valores de oxigênio dissolvido, refletindo o decréscimo na concentração deste gás com o aumento da profundidade. Além disso, ficou claro que os pontos centrais (exceto 3C) e os da margem direita (exceto os pontos 4D e 5D) apresentaram uma associação positiva com valores mais altos de silte e argila, em relação aos pontos da margem esquerda, que estiveram associados com os mais altos valores da fração areia total.

Em relação ao fator 2 observa-se uma associação negativa dos pontos da região limnética, com maiores valores de profundidade e transparência, o contrário dos pontos da região litorânea (margem esquerda e direita), de pouca profundidade, que desta forma tiveram associação positiva ao eixo. A FIGURA 39 mostra a ordenação dos pontos de amostragem em função dos eixos ou fatores.

TABELA 12- CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS COM OS FATORES 1 E 2, E VARIÂNCIA EXPLICADA, NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 1999 (COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO > 0.700).

Variáveis limnológicas	FATORES	
	1	2
Silte	0,933	
Argila	0,928	
Oxigênio dissolvido	-0,775	
Areia total	-0,929	
Temperatura		0,741
Profundidade		-0,868
Transparência da água		-0,870
Percentagem da variância explicada	36,46	23,50
Percentagem total da variância explicada	59,96

FIGURA 45. ORDENAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM SEGUNDO OS FATORES 1 E 2 PELA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 1999 NA LAGOA DO CAÇÓ (MA).

5.6.5. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO COM BASE NOS COEFICIENTES DA ACP – NOVEMBRO DE 1999

A partir dos escores obtidos pela análise anterior, foi realizada a análise de agrupamento, que resultou no dendrograma apresentado na FIGURA 46. Esta análise revelou-se satisfatoriamente significativa, representando 84,37% dos dados originais, já que o coeficiente de correlação cofenética encontrado foi de 0,8437.

Em novembro de 1999 pôde-se constatar a formação de três agrupamentos segundo os valores das variáveis limnológicas: o agrupamento I, representado pelos pontos da região litorânea margem esquerda, juntamente com os pontos 5D e 4C. O agrupamento II representado pelos pontos da margem direita juntamente com o ponto 7E e o agrupamento III representado pelos pontos da região limnética da lagoa.

Ambas análises, a Análise de Componentes Principais e a Análise de Agrupamento evidenciaram a existência de diferenças entre as características físicas e químicas da água e do sedimento da região litorânea e da região limnética. O principal fator discriminando os agrupamentos em ambos períodos foi a granulometria do substrato, e particularmente da fração argila.

FIGURA 46- DENDROGRAMA COM O AGRUPAMENTO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ACORDO COM OS VALORES DOS COEFICIENTES DA ACP PARA AS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 1999.

5.7. CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA DOS INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA).

A tabela 13 mostra a composição taxonômica da comunidade de invertebrados bentônicos registrados na lagoa do Caçó (MA) em abril e novembro de 1999. Em abril de 1999 foram registrados 23 táxons, sendo 5 pertencentes à Classe Oligochaeta, 1 ao Filo Nematoda e 17 à Classe Insecta. Desses últimos, 16 pertencem à família Chironomidae. Já em novembro de 1999 registrou-se a presença de 31 táxons. Desse total, 9 táxons pertencem à Classe Oligochaeta, 1 ao Filo Nematoda, 1 à Classe Hirudinea e 20 à Classe Insecta, sendo que entre esses últimos 1 pertence à família Chaoboridae, 1 à família Ceratopogonidae e 18 à família Chironomidae.

No anexo são apresentadas as fotos correspondentes aos Chironomidae ou partes destes, de relevância para a identificação taxonômica desses organismos.

5.8. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA).

A TABELA 14 mostra a frequência de ocorrência dos táxons de invertebrados bentônicos registrados na lagoa do Caçó (MA) em abril e novembro de 1999.

Em abril de 1999, o gênero *Dero* (*Dero*) (Classe Oligochaeta) e o gênero *Ablabesmyia* podem ser considerados constantes na lagoa do Caçó (MA). Entre as categorias de espécies comuns e raras foram registradas, nesse período, 12 e 18 táxons respectivamente. Em novembro de 1999, dois táxons constantes foram registrados: *Ablabesmyia* e *Polypedilum*. Os grupos comuns compreenderam 17 táxons e as raras 12.

Comparando-se as regiões litorâneas e a região limnética da lagoa do Caçó (MA) em abril de 1999 em relação à ocorrência da fauna de invertebrados bentônicos observa-se que 2 táxons foram constantes em ambas as regiões,

Ablabesmyia e *Dero* (*Dero*) na região litorânea e Chaoboridae e *Fissimentum* na região limnética (TABELA 15). As espécies comuns compreenderam 13 táxons na região litorânea e 8 táxons na região limnética. Já para as espécies raras, na região litorânea e limnética, foram registrados 7 e 12 táxons, respectivamente.

A TABELA 16 mostra a frequência de ocorrência dos táxons de invertebrados bentônicos registrados nas regiões litorânea e limnética da lagoa do Caçó (MA) em novembro de 1999. Foram registrados 3 táxons constantes na região litorânea e 5 táxons na região limnética. O total de táxons comuns correspondeu a 19 táxons em abril e 8 táxons em novembro. Já o número de táxons raros na região litorânea e limnética foi de 9 e 17 táxons, respectivamente.

TABELA 13- COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA DA COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS REGISTRADOS NA LAGOA DO CAÇÓ EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

ABRIL DE 1999	NOVEMBRO DE 1999
FILO ANNELIDA	FILO ANNELIDA
Classe OLIGOCHAETA	Classe OLIGOCHAETA
Família NAIDIDAE	Família TUBIFICIDAE
<i>Bratislavia</i>	Família NAIDIDAE
<i>Dero (Dero)</i>	<i>Allonais</i>
<i>Dero (Aulophorus)</i>	<i>Bratislavia</i>
<i>Pristina</i>	<i>Dero (Dero)</i>
<i>Slavina</i>	<i>Dero (Aulophorus)</i>
FILO ARTHROPODA	<i>Homochaeta</i>
Classe INSECTA	<i>Nais</i>
Ordem DIPTERA	<i>Pristina</i>
Família Chaoboridae	<i>Slavina</i>
Família Chironomidae	Classe HIRUDINEA
Subfamília Chironominae	FILO ARTHROPODA
<i>Caladomyia</i>	Classe INSECTA
<i>Chironomus</i>	Ordem DIPTERA
<i>Cladopelma</i>	Família Ceratopogonidae
<i>Fissimentum</i>	Família Chaoboridae
<i>Goeldichironomus</i>	Família Chironomidae
<i>Harnischia</i>	Subfamília Chironominae
<i>Nimbocera</i>	<i>Caladomyia</i>
<i>Nilothauma</i>	<i>Chironomus</i>
<i>Parachironomus</i>	<i>Cladopelma</i>
<i>Polypedilum</i>	<i>Cryptochironomus</i>
<i>Tanytarsus</i>	<i>Fissimentum</i>
Tanytarsini gen. C	<i>Goeldichironomus</i>
Subfamília Tanypodinae	<i>Harnischia</i>
<i>Ablabesmyia</i>	<i>Nimbocera</i>
<i>Labrundinia</i>	<i>Nilothauma</i>
<i>Coelotanypus</i>	<i>Parachironomus</i>
<i>Djalmabatista</i>	<i>Polypedilum (Asheum)</i>
FILO NEMATODA	<i>Polypedilum</i>
	<i>Tanytarsus</i>
	Tanytarsini gen. C
	Subfamília Tanypodinae
	<i>Ablabesmyia</i>
	<i>Labrundinia</i>
	<i>Coelotanypus</i>
	<i>Djalmabatista</i>
	FILO NEMATODA

TABELA 14- FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999. $F \geq 50\%$: CONSTANTES; $50\% > F > 10\%$: COMUNS E $10\% \geq$: RAROS.

Táxons	Abril de 1999			Novembro de 1999		
	Constantes	Comuns	Raros	Constantes	Comuns	Raros
Chaoboridae		X			X	
Ceratopogonidae			X		X	
<i>Ablabesmyia</i>	X	X		X		
<i>Coelotanypus</i>		X			X	
<i>Djalmabatista</i>		X			X	
<i>Labrundinia</i>			X		X	
<i>Caladomyia</i>			X		X	
<i>Chironomus</i>		X			X	
<i>Cladopelma</i>		X			X	
<i>Cryptochironomus</i>			X			X
<i>Fissimentum</i>		X			X	
<i>Goeldichironomus</i>			X			X
<i>Harnischia</i>			X			X
<i>Nilothauma</i>			X			X
<i>Parachironomus</i>			X			X
<i>Polypedilum</i> (Asheum)			X		X	
<i>Polypedilum</i>		X		X		
<i>Nimbocera</i>		X			X	
<i>Tanytarsus</i>		X			X	
<i>Tanytarsini</i> gen. C		X			X	
<i>Allonais</i>			X			X
<i>Bratislavia</i>			X			X
<i>Dero</i> (<i>Dero</i>)	X				X	
<i>Dero</i> (<i>Aulophorus</i>)			X		X	
<i>Homochaeta</i>			X			X
<i>Nais</i>			X			X
<i>Pristina</i>		X			X	
<i>Slavina</i>			X			X
Tubificidae			X		X	
Hirudinea			X			X
Nematoda			X			X
Riqueza de Táxons	2	12	18	2	17	12

TABELA 15- FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS REGIÕES LITORÂNEAS E LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL DE 1999.

F $\geq$ 50%: CONSTANTES; 50% > F > 10%: COMUNS E 10% $\geq$: RAROS.

Táxons	Abril de 1999					
	Região litorânea			Região limnética		
	Constantes	Comuns	Raros	Constantes	Comuns	Raros
<i>Chaoboridae</i>		X		X		
<i>Ablabesmyia</i>	X				X	
<i>Coelotanypus</i>		X			X	
<i>Djalmabatista</i>			X		X	
<i>Labrundinia</i>		X				X
<i>Caladomyia</i>		X				X
<i>Chironomus</i>		X			X	
<i>Cladopelma</i>		X				X
<i>Fissimentum</i>		X		X		
<i>Goeldichironomus</i>			X			X
<i>Harnischia</i>			X			X
<i>Nilothauma</i>			X			X
<i>Parachironomus</i>			X			X
<i>Polypedilum</i>		X			X	
<i>Nimbocera</i>		X				X
<i>Tanytarsus</i>		X				X
<i>Tanytarsini</i> gen. C		X				X
<i>Bratislavia</i>			X			X
<i>Dero (Dero)</i>	X				X	
<i>Dero (Aulophorus)</i>			X			X
<i>Pristina</i>		X			X	
<i>Nematoda</i>		X			X	
Riqueza de Táxons	2	13	7	2	8	12

TABELA 16- FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS REGIÕES LITORÂNEAS E LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM NOVEMBRO DE 1999. $F \geq 50\%$: CONSTANTES; $50\% > F > 10\%$: COMUNS E $10\% \geq$: RAROS.

Táxons	Novembro de 1999					
	Região litorânea			Região limnética		
	Constantes	Comuns	Raros	Constantes	Comuns	Raros
Chaoboridae		X		X		
Ceratopogonidae		X				X
<i>Ablabesmyia</i>	X				X	
<i>Coelotanypus</i>		X			X	
<i>Djalmabatista</i>			X	X		
<i>Labrundinia</i>		X				X
<i>Caladomyia</i>		X				X
<i>Chironomus</i>		X			X	
<i>Cladopelma</i>		X				X
<i>Cryptochironomus</i>		X				X
<i>Fissimentum</i>		X		X		
<i>Goeldichironomus</i>			X			X
<i>Harnischia</i>			X			X
<i>Nilothauma</i>			X			X
<i>Parachironomus</i>			X			X
<i>Polypedilum</i> (Asheum)		X				X
<i>Polypedilum</i>	X			X		
<i>Nimbocera</i>		X		X		
<i>Tanytarsus</i>	X				X	
<i>Tanytarsini</i> gen. C		X			X	
<i>Allonais</i>			X			X
<i>Bratislavia</i>			X			X
<i>Dero</i> (<i>Dero</i>)		X			X	
<i>Dero</i> (<i>Aulophorus</i>)		X				X
<i>Homochaeta</i>		X				X
<i>Nais</i> sp		X				X
<i>Pristina</i>			X			X
<i>Slavina</i>		X				X
Tubificidae		X			X	
Hirudinea			X		X	
Nematoda		X				X
Riqueza de Táxons	3	19	9	5	8	17

5.9. DENSIDADE NUMÉRICA DOS INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA).

Em abril de 1999, registrou-se para a fauna como um todo uma densidade média de 1.733 ind. m⁻², enquanto que em novembro a densidade foi de 4.438 ind. m⁻² (TABELA 17).

A TABELA 18 mostra o número de indivíduos e a riqueza de táxons da fauna de invertebrados bentônicos nas regiões de amostragem (margem esquerda, margem direita e região limnética) da lagoa do Caçó (MA) em abril e novembro de 1999. Em abril de 1999, o número de indivíduos e a riqueza de táxons em todas as regiões de amostragem foi menor, comparada com o mês de novembro de 1999. Em ambos períodos a riqueza de táxons e o número de indivíduos foram maiores nas regiões litorâneas, comparadas com a região limnética da lagoa.

A FIGURA 47 mostra que o aumento da densidade numérica (ind. m⁻²) da fauna de invertebrados bentônicos, registrado na lagoa do Caçó (MA) em novembro de 1999, é inversamente proporcional à diminuição da precipitação pluviométrica registrada nesse período.

TABELA 17- DENSIDADE NUMÉRICA (IND. M⁻²) DOS GRUPOS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS REGIÕES DE AMOSTRAGEM (MARGEM ESQUERDA - ME, REGIÃO LIMNÉTICA - C - E MARGEM DIREITA - MD) DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

Grupos	Abril de 1999			Novembro de 1999		
	ME	C	MD	ME	C	MD
Oligochaeta	235	30	146	1276	119	248
Hirudinea	0	0	0	0	7	0
Nematoda	6	7	6	38	0	38
Ceratopogonidae	0	0	0	57	0	0
Chaoboridae	19	252	184	19	467	32
Chironomidae	349	156	343	648	422	1067
Total	610	440	679	2038	1015	1384
Total do período	1.733			4.438

FIGURA 47- VARIAÇÃO DA DENSIDADE NUMÉRICA DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS (IND. M⁻²) DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999 E DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (MM) REGISTRADA DURANTE O ANO DE 1999.

TABELA 18- NÚMERO DE INDIVÍDUOS E RIQUEZA DE TÁXONS DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS REGIÕES DE AMOSTRAGEM (MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO, LIMNÉTICA) DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

LAGOA DO CAÇÓ (MA)						
Táxons	Abril de 1999			Novembro de 1999		
	Margem Esquerda	Região limnética	Margem direita	Margem Esquerda	Região limnética	Margem direita
<i>Ablabesmyia</i>	23	3	12	28	3	15
<i>Labrundinia</i>	2	0	2	2	0	1
<i>Coelotanypus</i>	3	2	4	1	4	2
<i>Djalmabatista</i>	0	1	7	0	7	1
<i>Caladomyia</i>	11	0	1	8	0	2
<i>Chironomus</i>	1	0	2	3	4	18
<i>Cladopelma</i>	1	0	8	1	0	61
<i>Cryptochironomus</i>	0	0	0	2	0	0
<i>Fissimentum</i>	1	13	2	2	9	9
<i>Goeldichironomus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Harnischia</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Nilothauma</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Parachironomus</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Polypedilum (Asheum)</i>	0	0	0	2	0	1
<i>Polypedilum</i>	2	1	6	32	9	17
<i>Nimbocera</i>	2	0	2	9	17	19
<i>Tanytarsus</i>	5	0	4	8	2	18
Tanytarsini gen. C	2	0	2	5	2	1
Chaoboridae	3	0	29	3	63	5
Ceratopogonidae	0	0	0	9	0	0
<i>Allonais</i>	0	0	0	2	0	0
<i>Bratislavia</i>	1	0	0	1	0	0
<i>Dero (Dero)</i>	31	0	16	73	4	4
<i>Dero (Aulophorus)</i>	0	0	5	57	0	20
<i>Homochaeta</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Nais</i>	0	2	0	11	0	1
<i>Pristina</i>	4	0	2	23	0	6
<i>Slavina</i>	1	0	0	6	0	0
Tubificidae	0	0	0	27	12	8
Hirudinea	0	0	0	0	1	0
Nematoda	1	0	1	6	0	6
Total de Indivíduos	96	23	107	323	137	218
Riqueza de táxons	19	7	19	25	13	23

5.10. ABUNDÂNCIA RELATIVA DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

Em abril de 1999, foi registrada a ocorrência de 4 grupos taxonômicos principais. Desses, os Chironomidae foram numericamente predominante, constituindo 49,43% do total, seguidos por Chaoboridae com 25,1%, Oligochaeta com 24,33% e Nematoda com 1,14% do total. (Figura 48).

Em novembro de 1999, a família Chironomidae também foi numericamente predominante entre os 6 grupos registrados nesse período, representando 48,37% do total. O segundo grupo com maior representatividade foi a Classe Oligochaeta, com 37,87% do total, seguida por Chaoboridae com 10,50%, Nematoda com 1,78%, Ceratopogonidae com 1,33% e Hirudinea com 0,15% do total (FIGURA 49).

A TABELA 19 mostra a abundância relativa dos táxons de invertebrados bentônicos na região litorânea, margem esquerda e direita e na região limnética. Na região litorânea, margem esquerda, o gênero *Dero* (*Dero*) da Classe Oligochaeta foi numericamente predominante em abril e novembro de 1999, representando 32,3% e 22,6% do total, respectivamente. Na região limnética, em abril de 1999, *Fissimentum*, da família Chironomidae, foi o gênero mais representativo com 56,5% do total, enquanto que em novembro de 1999 os organismos pertencentes à família Chaoboridae foram os mais representativos, com 46% do total. Já na margem direita, Chaoboridae representou 27,1% do total em abril de 1999 e *Cladopelma* (Chironomidae) com 28% do total, foi o gênero com maior representatividade em novembro de 1999.

FIGURA 48- ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GRUPOS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA LAGOA DO CAÇÓ, EM ABRIL DE 1999.

FIGURA 49- ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS GRUPOS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NA LAGOA DO CAÇÓ, EM NOVEMBRO DE 1999.

TABELA 19- ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS NAS DIFERENTES REGIÕES DE AMOSTRAGEM (MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO, LIMNÉTICA) DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

LAGOA DO CAÇÓ (MA)						
Táxons	Abril De 1999			Novembro De 1999		
	Margem Esquerda (%)	Região limnética (%)	Margem direita (%)	Margem Esquerda (%)	Região limnética (%)	Margem direita (%)
<i>Ablabesmyia</i>	24,0	13,0	11,2	8,7	2,2	6,9
<i>Labrundinia</i>	2,1	0,0	1,9	0,6	0,0	0,5
<i>Coelotanypus</i>	0,0	8,7	6,5	0,0	5,1	0,5
<i>Djalmabatista</i>	3,1	4,3	3,7	0,3	2,9	0,9
<i>Caladomyia</i>	11,5	0,0	0,9	2,5	0,0	0,9
<i>Chironomus</i>	1,0	0,0	1,9	0,9	2,9	8,3
<i>Cladopelma</i>	1,0	4,3	7,5	0,3	0,0	28,0
<i>Cryptochironomus</i>	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
<i>Fissimentum</i>	1,0	56,5	1,9	0,6	6,6	4,1
<i>Goeldichironomus</i>	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
<i>Harnischia</i>	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,5
<i>Nilothauma</i>	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,5
<i>Parachironomus</i>	1,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Polypedilum (Asheum)</i>	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,5
<i>Polypedilum</i>	2,1	4,3	5,6	9,9	6,6	7,8
<i>Nimbocera</i>	2,1	0,0	1,9	2,8	12,4	8,7
<i>Tanytarsus</i>	5,2	0,0	3,7	2,5	1,5	8,3
<i>Tanytarsini gen. C</i>	2,1	0,0	1,9	1,5	1,5	0,5
Chaoboridae	3,1	0,0	27,1	0,9	46,0	2,3
Ceratopogonidae	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0
<i>Allonais</i>	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
<i>Bratislavia</i>	1,04	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Dero (Dero)</i>	32,3	0,0	15,0	22,6	2,9	1,8
<i>Dero (Aulophorus)</i>	0,0	0,0	4,7	17,6	0,0	9,2
<i>Homochaeta</i>	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Nais</i>	0,00	8,7	0,0	3,4	0,0	0,0
<i>Pristina</i>	4,2	0,0	1,9	7,1	0,0	2,8
<i>Slavina</i>	1,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0
Tubificidae	0,0	0,0	0,0	8,4	8,8	3,7
Hirudinea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
Nematoda	1,0	0,0	0,9	1,9	0,0	2,75

5.11. DIVERSIDADE DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999

Na lagoa do Caçó foram registrados valores de diversidade de espécies que variaram de 2,43 (em abril) a 2,81 nits/ind. (em abril e novembro de 1999). A uniformidade foi de 0,78 em abril de 1999 e de 0,82 em novembro de 1999. Já para a riqueza de espécies foram registrados 23 e 31 táxons em abril e novembro de 1999, respectivamente (TABELA 20).

A FIGURA 50 mostra a curva de dominância ou rarefação dos táxons registrados em abril de 1999 na lagoa do Caçó, em relação a novembro do mesmo ano.

Os valores de diversidade de espécies em abril de 1999 para os pontos nas regiões de amostragem da margem esquerda, direita e região limnética, foram 2,16 nits/ind, 2,43 nits/ind e 1,42 nits/ind, respectivamente (TABELA 21). Os valores de uniformidade foram 0,73 para a margem esquerda, 0,83 para a margem direita e 0,80 para a região limnética da lagoa. Já a riqueza de espécies foi de 19 táxons em ambas, margem direita e margem esquerda e de 6 táxons na região limnética.

Em novembro os valores do índice de diversidade de espécies foram de 2,52 nits/ind na margem esquerda, 2,47 nits/ind na margem direita e 1,89 nits/ind na região limnética (TABELA 22). Para a uniformidade foram registrados valores de 0,77, 0,75 e 0,74, para a margem esquerda, margem direita e região limnética, respectivamente. A riqueza de espécies foi de 26 táxons na margem esquerda, 23 táxons na margem direita e 13 táxons na região limnética.

A FIGURA 51 mostra a curva de dominância dos táxons registrados nos pontos da região litorânea (margem esquerda e direita) e na região limnética da lagoa do Caçó, em abril de 1999. Comparando-se as regiões, observou-se uma maior dominância na região limnética em relação à região litorânea (margem esquerda e direita) da lagoa. Em novembro (FIGURA 52), observou-se maior uniformidade e riqueza de espécies na margem esquerda da lagoa o que resulta em uma maior diversidade nesta região. Na região limnética tanto a riqueza de espécies quanto a uniformidade foram bem menores.

TABELA 20- VALORES DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE (H'); RIQUEZA DE TÁXONS (S) E UNIFORMIDADE (E) REGISTRADOS NA LAGOA DO CAÇÓ EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

	ABRIL DE 1999	NOVEMBRO DE 1999
H'	2,43	2,81
E	0,78	0,82
S	23	31

FIGURA 50- COMPARAÇÃO DAS CURVAS DO COMPONENTE DOMINÂNCIA DA DIVERSIDADE PARA A COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

TABELA 21- VALORES DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE (H'); RIQUEZA DE TÁXONS (S) E UNIFORMIDADE (E) REGISTRADOS NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA E MARGEM DIREITA) E NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ EM ABRIL DE 1999.

	ABRIL DE 1999		
	MARGEM ESQUERDA	REGIÃO LIMNÉTICA	MARGEM DIREITA
H'	2,16	1,42	2,43
E	0,73	0,80	0,83
S	19	6	19

FIGURA 51- COMPARAÇÃO DAS CURVAS DO COMPONENTE DOMINÂNCIA DA DIVERSIDADE PARA A COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NA MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO LIMNÉTICA EM ABRIL DE 1999.

TABELA 22- VALORES DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE (H'); RIQUEZA DE TÁXONS (S) E UNIFORMIDADE (E) REGISTRADOS NA REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA E MARGEM DIREITA) E NA REGIÃO LIMNÉTICA DA LAGOA DO CAÇÓ EM NOVEMBRO DE 1999.

	NOVEMBRO DE 1999		
	MARGEM ESQUERDA	REGIÃO LIMNÉTICA	MARGEM DIREITA
H'	2,52	1,89	2,47
E	0,77	0,74	0,79
S	26	13	23

FIGURA 52- COMPARAÇÃO DAS CURVAS DO COMPONENTE DOMINÂNCIA DA DIVERSIDADE PARA A COMUNIDADE DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) NA MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA E REGIÃO LIMNÉTICA EM NOVEMBRO DE 1999.

5.12. SIMILARIDADE DA COMPOSIÇÃO DE TÁXONS DOS INVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Comparando-se a composição de táxons dos invertebrados bentônicos amostrados na margem direita com aqueles da margem esquerda, observa-se que a similaridade foi de 82% em abril e de 66% em novembro de 1999. Já em relação à região litorânea e limnética os valores de similaridade em abril e novembro foram de 20% e 25%, respectivamente (TABELA 23).

TABELA 23- SIMILARIDADE DA FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS ENTRE OS PONTOS DE AMOSTRAGEM NA LAGOA DO CAÇÓ (MA), REGIÃO LITORÂNEA (MARGEM ESQUERDA, MARGEM DIREITA) E ENTRE A REGIÃO LITORÂNEA E A REGIÃO LIMNÉTICA EM ABRIL E NOVEMBRO DE 1999.

	Similaridade	
	Jaccard (1908)	
	Abril de 1999	Novembro de 1999
Margem esquerda / Margem direita	82%	66%
Região litorânea / Região limnética	20%	25%

5.13. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (CLUSTER)

Os resultados da análise de agrupamento realizada entre as estações de coleta para cada um dos períodos climáticos amostrados, com base na presença ou ausência dos táxons de invertebrados bentônicos, revelaram que o valor do coeficiente de correlação cofenética foi maior do que 0,80 em todos os períodos analisados. Os dendrogramas resultantes desta análise são apresentados nas FIGURAS 53 e 54.

Apesar da correlação cofenética ter sido maior que 80% em abril de 1999 (FIGURA 53), Observa-se assim como para as variáveis limnológicas a separação em três grupos. Em ambos períodos a presença de Chaoboridae caracteriza as estações centrais e agrupa inclusive algumas estações litorâneas. Em novembro as estações da margem esquerda e da margem direita são mais nitidamente separadas em grupos distintos em virtude da ocorrência de Oligochaeta em maior abundância na margem esquerda (FIGURA 54).

FIGURA 53- DENDROGRAMA RESULTANTE DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (TIPO CLUSTER) SEGUNDO ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD E LIGAÇÃO TIPO UPGMA (MÉDIA DE GRUPO), PARA AS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM, NO PERÍODO CHUVOSO, EM ABRIL DE 1999, COM BASE NA PRESENÇA OU AUSÊNCIA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS BENTÔNICOS.

FIGURA 54- DENDROGRAMA RESULTANTE DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (TIPO CLUSTER) SEGUNDO ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE JACCARD E LIGAÇÃO TIPO UPGMA (MÉDIA DE GRUPO), PARA AS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO PERÍODO SECO, EM NOVEMBRO DE 1999, COM BASE NA PRESENÇA OU AUSÊNCIA DOS TÁXONS DE INVERTEBRADOS

6. DISCUSSÃO

6.1. VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS ABIÓTICAS

Morfométrica e ecologicamente um lago pode ser dividido em duas regiões principais: a região litorânea e a região limnética. A região litorânea é caracterizada como uma região de interface entre as águas abertas (zona limnética ou pelágica) e os ecossistemas terrestres da bacia de drenagem (WETZEL & LIKENS, 1991). Nesta área, encontra-se uma grande diversidade de espécies de animais e plantas responsáveis, de certa forma, pela produtividade do sistema e ciclagem de nutrientes (KURATA & KIRA, 1995). A região limnética ou pelágica, localizada, geralmente, na região central e aberta, pode proporcionar a formação de gradientes verticais tanto nas variáveis físicas e químicas quanto, em alguns casos, das populações (WETZEL & LIKENS, 1991). O estudo das interações dessas variáveis, conjuntamente (fatores climatológicos, hidrológicos e biológicos), fornece informações importantes sobre a dinâmica dos ecossistemas aquáticos.

A vasta extensão territorial do Brasil propicia a formação de diferentes regimes de precipitação pluviométrica. O Nordeste brasileiro, ou a Amazônia no Brasil Central, por exemplo, possuem diferentes regimes de chuvas. Ao norte, onde se localiza a lagoa do Caçó, a estação chuvosa (mais de 60% do total anual) ocorre no período de março a maio enquanto o período de estiagem vai de setembro a dezembro (DIAS & MRENGO, 1999). Esta distribuição sazonal de

chuvas é evidenciada na série histórica apresentada no anexo para a estação meteorológica de Barreirinhas na região da lagoa do Caçó. Os Estados do Maranhão e do Piauí sofrem usualmente a influência do El Niño, o que normalmente faz com que as regiões atingidas por este fenômeno tenham déficit de chuvas. No ano de 1999, um ano de moderado El Niño, foi registrada nestes estados ocorrência de chuvas (anomalias positivas) nos meses de março e abril de 1999, de acordo com as informações do INPE/CPTEC (2000). Estes fatos foram corroborados pelas precipitações registradas na região da lagoa do Caçó, durante a amostragem realizada neste estudo em abril de 1999. A sazonalidade bem definida na região da lagoa do Caçó, é consequência do deslocamento sazonal da ZCIT e da atividade dos ventos alísios. REBOUÇAS *et al.* (1999) já apontaram em seus trabalhos a importância no posicionamento da ZCIT no regime de chuvas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Este estudo reforça a hipótese que a ZCIT determina a sazonalidade climática do local e provavelmente atua no comportamento das demais variáveis ambientais que serão discutidos a seguir.

Em geral, a profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi pode corresponder a valores variando desde 1 até 15% da luz que atinge e penetra a superfície da água. A redução da transmissão da luz decorrente da absorção e dispersão pela água é principalmente influenciada pelas características e quantidade de matéria orgânica dissolvida e em suspensão na água (WETZEL, 1983).

Na lagoa do Caçó, a transparência da água foi total nos pontos da região litorânea em ambos os períodos de amostragem. A variação da visibilidade do disco de Secchi não foi significativa entre os períodos de amostragem. Na região limnética da lagoa a visibilidade do disco de Secchi na água foi sempre superior a 4,5 metros. A maior diferença de transparência da coluna d'água, observada entre o período chuvoso (abril) e o seco (novembro), foi de 0,30m. ARAUJO (2000), registrou valores do desaparecimento visual do disco de Secchi semelhantes na lagoa Azul, um sistema lacustre situado no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (MA), cujas profundidades da coluna d'água aproximam-se das encontradas na lagoa do Caçó (MA) (TABELA 24). Já BARBIERI

et al. (1989) estudando a lagoa Açú (MA), uma lagoa extensa com pouca profundidade, localizada na Baixada Maranhense, registrou baixos valores para a transparência da água (TABELA 24).

A zona eufótica representa aproximadamente 1% da radiação subsuperficial (WETZEL, 1983). Para a lagoa do Caçó, os valores obtidos para a extensão da zona eufótica teoricamente ultrapassariam a profundidade máxima da lagoa, indicando que esse sistema não é limitado pela luz. Pelos dados apresentados por DELLAMANO-OLIVEIRA *et al.* (2001), observa-se que esse fato refletiu na distribuição do fitoplâncton na coluna d'água nesse mesmo sistema, tendo se observado densidades de algas similares nas três camadas amostradas (superfície, meio e fundo).

Vários fatores como a geologia do local, decomposição da matéria orgânica, além de processos biológicos, contribuem para o aumento ou diminuição do pH em ecossistemas aquáticos. Segundo ESTEVES (1988), a maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 e 8, porém pode-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos. SIOLI (1957), observou que o pH das águas de vários rios e lagos da região amazônica é ácido (TABELA 24).

Os resultados obtidos na lagoa do Caçó indicaram um pH ácido em ambos períodos de amostragem, com valores variando entre 4,12 e 6,3. BOZELLI (1990) e HUSZAR (1994), registraram valores semelhantes de pH no lago Batata, na região amazônica (PA) (TABELA 24). BARBIERI *et al.* (1989), para o lago Açú (MA). TUNDISI *et al.* (1998) e PEREIRA (1999), para as lagoas dos Lençóis Maranhenses, também registraram valores de pH próximos aqueles registrados na lagoa do Caçó (TABELA 24).

Na região limnética da lagoa, observou-se uma estratificação química da coluna d'água em abril e novembro de 1999. O pH diminuiu com o aumento da profundidade da coluna d'água em todos os pontos de amostragem da lagoa do Caçó. Portanto, os maiores valores de pH foram registrados, em sua maioria, na superfície da coluna d'água. Provavelmente, os baixos valores de alcalinidade na superfície da lagoa do Caçó, registrados por DELLAMANO-OLIVEIRA (2001), reflitam a baixa capacidade que as águas da lagoa possuem em

neutralizar ácidos, uma vez que dependem de íons bicarbonatos (HCO^{-3}), carbonatos (CO^{-3}) e hidróxidos (H^{+}).

Em água continentais, os principais íons diretamente responsáveis pelos valores de condutividade elétrica são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o sódio, o potássio, os carbonatos, os sulfatos e os cloretos. As medidas de condutividade elétrica fornecem informações importantes sobre os ecossistemas aquáticos e bacias de drenagens, principalmente quanto às concentrações desses íons e à dimensão dos processos de decomposição (WETZEL, 1983). Na maioria dos pontos de amostragem, na lagoa do Caçó, os valores de condutividade elétrica foram baixos, inferiores a $40 \mu\text{S}/\text{cm}$, revelando a baixa concentração iônica do ambiente. Sazonalmente, observaram-se variações, sendo que a condutividade elétrica foi ligeiramente maior no período chuvoso em relação ao período de estiagem. ARANHA *et al.* (1997) e PEREIRA (1999) também encontraram essa tendência em sistemas localizados no estado do Maranhão (TABELA 24).

Os resultados do presente estudo e aqueles da literatura apontam, portanto, para o papel da precipitação pluviométrica como carreadora de íons para a lagoa, modificando as características químicas da mesma, constituindo, dessa forma, um importante vetor geológico como enfatizados para as bacias hidrográficas por BORMANN & LIKENS, (1967). BOZELLI (1990) registrou valores de condutividade elétrica no lago Batata (PA) semelhantes aos encontrados na lagoa do Caçó (MA) (TABELA 24), apesar das grandes diferenças com relação à geologia do solo circundante e a cobertura vegetal nas bacias hidrográficas destes lagos. O lago Batata localiza-se em região de floresta amazônica sobre latosolo amarelo distrófico (RADAMBRASIL, 1976 In: CALLISTO & ESTEVES 1996 b), ao passo que a lagoa do Caçó localiza-se em solos arenosos com vegetação de cerrado.

O oxigênio dissolvido é um gás de fundamental importância para o metabolismo da maioria dos organismos que habitam os ecossistemas aquáticos. A concentração desse gás na água depende do equilíbrio que ocorre entre a entrada pela atmosfera e pela fotossíntese e as perdas devidas às oxidações químicas e bióticas (WETZEL, 1983). A concentração e a distribuição

do oxigênio nestes ambientes é frequentemente essencial para se compreender a distribuição, comportamento e crescimento da biota (WETZEL, 1983). ESTEVES (1988) ressalta que a concentração de oxigênio dissolvido tende a diminuir no período de chuvas devido ao aumento da concentração de matéria orgânica. Tal fato não foi observado na lagoa do Caçó no período chuvoso. Na lagoa do Caçó não foram registradas variações marcantes na concentração de oxigênio dissolvido entre os períodos de amostragem. Observou-se estratificação química na região limnética, com múltiplas oxiclina. As concentrações de oxigênio dissolvido foram sempre superiores a $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, indicando que a coluna d'água nesta lagoa é sempre bem oxigenada, não sendo essa variável um fator limitante à fauna.

A temperatura da água é uma variável de grande importância, pois influencia o metabolismo das comunidades como a produtividade primária, a respiração e a decomposição da matéria orgânica. O regime térmico em lagos tropicais sofre influência de fatores como a radiação solar, a temperatura e a umidade relativa, que sofrem uma variação climática sazonal (HUTCHINSON, 1959). Na lagoa do Caçó não se observaram variações muito amplas da temperatura da água entre os períodos de amostragem. Os maiores valores registrados no período chuvoso e de estiagem foram de $30,9^{\circ}\text{C}$ e $29,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

A amplitude de variação térmica na coluna d'água foi de $1,9^{\circ}\text{C}$ no período chuvoso e de $1,1^{\circ}\text{C}$ no período de estiagem. HUSZAR (1996), ARANHA *et al.* (1997), PEREIRA (1999) e ARAUJO (2000) registraram, em geral, em estudos realizados no estado do Maranhão e na região amazônica, valores de temperatura da água próximos aos encontrados na lagoa do Caçó (TABELA 24).

Na região limnética da lagoa, foram observadas microestratificações múltiplas na coluna d'água, em ambos os períodos. Segundo ESTEVES (1988), esse fenômeno pode ocorrer em lagos de qualquer latitude. Contudo, BARBIERI *et al.* (1989), não registraram estratificações térmicas para as lagoas Açú e Viana, localizadas no estado do Maranhão.

Embora a amplitude de variação térmica das microestratificações observadas na lagoa do Caçó seja pequena, sabe-se que elas podem ser

significativas para a retenção de nutrientes nas camadas de água e também na determinação de padrões definidos de distribuição vertical de organismos muito pequenos, como as células bacterianas e as algas pico e nanoplanctônicas. Assim, uma variação de 1 °C entre 29 e 30 °C em um lago tropical acarreta uma variação de densidade três vezes maior do que aquela que ocorre em regiões temperadas com a variação de 1 °C entre 10 e 1 °C (HUTCHINSON, 1959).

Em lagos tropicais, a disponibilidade de nutrientes é controlada por fatores externos e internos. Dentre os fatores externos destacam-se a ação dos ventos, a precipitação e a radiação solar que atuam diretamente (transporte de partículas pelo vento, deposição atmosférica e lixiviamento do solo) e que também atuam indiretamente nos fatores internos controladores da disponibilidade de nutrientes: turbulência, estratificação e desestratificação da coluna d'água e taxas de decomposição (ESTEVES, 1988). Neste estudo, as formas de nutrientes estudadas foram o nitrato, a amônia, o nitrogênio total e o fósforo total

O nitrato é uma fonte de nitrogênio para os produtores primários, todavia a absorção de amônio é mais vantajosa energeticamente, uma vez que o organismo não precisa reduzi-lo no interior da célula, como acontece com o nitrito e o nitrato (SCHELL, 1974). Na lagoa do Caçó, as maiores concentrações de nitrato foram registradas no período de estiagem. Alguns estudos apontando, para uma prevalência das fontes internas, mostram que o nitrato não possui um padrão de distribuição bem definido. Segundo BARBOSA (1981), a concentração de nitrato na coluna d'água é influenciada pela atividade de bactérias nitrificantes e desnitrificantes. Outros afirmam que as menores concentrações desse íon são observadas quando há estratificação térmica na coluna d'água em comparação com o período de circulação (ESTEVES, 1988). Na lagoa do Caçó, houve grande homogeneidade na distribuição deste nutriente tanto no eixo horizontal quanto no eixo vertical.

A amônia na água está presente como NH_4^+ (íons amônio) e NH_4OH não dissociado, gerada como produto primário final da decomposição de matéria orgânica por bactérias heterotróficas (diretamente de proteínas ou de outros

compostos nitrogenados) e da excreção da maioria dos animais aquáticos. Os íons amônio são muito mais reativos do que o íon nitrato devido a sua alta energia química. A importância da amônia está na sua assimilação pelo fitoplâncton com menor gasto energético do que a assimilação de nitrato, o que requer ainda a presença de uma enzima, a nitrato-redutase (WETZEL, 1983; PAYNE, 1986). As altas concentrações desse íon na água podem causar a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido uma vez que são necessários cerca de 4,3 mg de oxigênio para oxidar 1,0 mg do íon amônio (HUTCHINSON, 1959).

Apesar das altas concentrações de amônia registradas por MAGRIN (1993), na represa de Samuel (RO), o autor verificou que as menores concentrações desse íon ocorreram nos pontos onde havia maior concentração de oxigênio dissolvido. Este fato corrobora com o que foi observado na lagoa do Caçó, um ambiente com concentrações relativamente altas de oxigênio dissolvido até o fundo e com concentrações relativamente baixas de amônia. TUNDISI *et al.* (1998) e ARAÚJO (2000) para os lagos situados no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, registraram concentrações médias de amônio superiores às registradas na lagoa do Caçó (TABELA 24).

O nitrogênio total representa todas as formas de nitrogênio da água, o que inclui as formas dissolvidas (nitrito, nitrato, íons amônio, uréia), inorgânicas e orgânicas (nitrogênio orgânico dissolvido, aminoácidos e proteínas).

Na lagoa do Caçó, as concentrações médias de nitrogênio total no período de estiagem foram superiores às registradas no período chuvoso. PEREIRA (1999) e TUNDISI *et al.* (1998) obtiveram o mesmo padrão de distribuição sazonal da concentração de nitrogênio total em estudos realizados em sistemas lacustres do estado do Maranhão (TABELA 24).

As medidas de fósforo total englobam, além das formas dissolvidas, as formas particuladas, fornecem uma medida do conteúdo de todas as formas de fósforos presentes na água. As trocas de fósforo através da interface sedimento - água são reguladas pelas reações de oxidação - redução que dependem do fornecimento de oxigênio, da solubilidade dos minerais, das atividades metabólicas das bactérias e fungos e da turbulência proveniente das

atividades físicas e bióticas (WETZEL, 1983). Na lagoa do Caçó as concentrações de fósforo total foram relativamente baixas quando comparadas com aquelas registradas por Tundisi *et al.* (1998) nos lagos situados no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (TABELA 24). BOZELLI (1990), também registrou para o lago Batata, na região Amazônica (PA), concentrações médias de fósforo total superiores às registradas para a lagoa do Caçó (TABELA 24). Aplicando-se os sistemas de classificação trófica proposto por Carlson modificado por TOLEDO JR (1983) E SALAS & MARTINO (1988) para as concentrações de fósforo total, a lagoa do Caçó pode ser considerada oligotrófica.

Os lagos oligotróficos, de maneira geral, são caracterizados por baixa concentração de material inorgânico proveniente de fontes externas (por ex. chuvas) e pela baixa produção de matéria orgânica (WETZEL, 1983). Estas características foram observadas na lagoa do Caçó, onde a sazonalidade climática bem definida e a presença de macrófitas aquáticas na região litorânea, não alteraram de forma significativa a concentração de fósforo total na água.

A quantidade de fósforo que as plantas e animais necessitam para a manutenção do seu ciclo biológico é muito menor do que a de nitrogênio. Dentro dos sistemas orgânicos a relação entre N:P é 16:1 (ODUM, 1988). Nos sistemas aquáticos naturais de água doce a razão N:P é geralmente 10:1 (HORNE & GOLDMAN, 1994).

Os resultados da razão N:P obtidos para a lagoa do Caçó, revelam valores bastante altos, sempre superiores a 20 e chegando até 80. Pode-se afirmar portanto que a produção primária deste sistema é extremamente limitada pelo elemento fósforo. A comunidade fitoplanctônica da lagoa do Caçó foi investigada por DELLAMANO (2001) simultaneamente a este estudo com a comunidade bentônica. Esta autora observou que a comunidade de fitoplâncton era dominado pelas desmídias, características de ambientes oligotróficos e ácidos, com altas razões N:P.

O sedimento é um dos compartimentos mais importantes nos ecossistemas aquáticos continentais, pois nele ocorrem processos biológicos, físicos e químicos que influenciam o metabolismo de todo o sistema. Uma das

formas mais utilizadas na classificação do sedimento é aquela proposta por NAUMAN (1930 In: ESTEVES, 1988), onde o autor classifica o sedimento em orgânico ou mineral. Orgânico, quando o sedimento apresenta concentrações de matéria orgânica superiores a 10% do peso seco e mineral quando o sedimento apresenta baixos teores de matéria orgânica (menos de 10% do peso seco) (ESTEVES, 1988). Com exceção dos pontos 2C, 6E, 7E, 3D e 4D em abril, e os pontos 7E, 2D, 7D e 8D em novembro, que apresentaram teores de matéria orgânica superiores a 10%, sendo classificados como de sedimentos orgânicos, os demais pontos, podem ser classificados como possuindo sedimento mineral em ambos os períodos de amostragem.

A composição granulométrica do sedimento em um ecossistema aquático é um fator determinante na estruturação e distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, bem como na determinação de possíveis alterações decorrentes da presença de efluentes sólidos, responsáveis pelo assoreamento e por modificações na natureza física dos sedimentos aquáticos (CALLISTO & ESTEVES, 1996b; GONÇALVES *et al.* 1998).

Nas lagoa do Caçó, na região litorânea, margem esquerda, a fração arenosa predominou na maioria dos pontos em ambos os períodos de amostragem. Já na margem direita, e na região limnética, a fração argila foi predominante também nos dois períodos. Portanto, o sedimento da lagoa do Caçó é heterogêneo, sendo arenoso na margem esquerda, predominantemente argiloso na margem direita e limo arenoso a argiloso na região limnética.

A heterogeneidade física do substrato da lagoa do Caçó deve influenciar a distribuição dos invertebrados bentônicos, como será discutido posteriormente.

Sazonalmente, houve uma diferença significativa nas características físicas e químicas da água entre os períodos seco e chuvoso, como pode ser evidenciado através das análises de variância multivariada (MANOVA), comprovando o papel marcante do deslocamento da ZCIT e conseqüentemente sazonalidade no regime sazonal da lagoa.

Através da análise de componentes principais (ACP) para variáveis abióticas, seguida pela análise de agrupamento do tipo "Cluster", em ambos os períodos de amostragem, foram encontradas tendências entre os pontos da

região litorânea e os da limnética, principalmente, em relação à profundidade e transparência. Em função da granulometria e particularmente da fração argila as estações litorâneas da margem esquerda e da margem direita foram separadas em diferentes grupos, ocorrendo algumas exceções, quando as estações de uma margem apresentavam características granulométricas (fração argila) similares à da outra margem.

Tabela 24- Comparação entre valores de algumas variáveis limnológicas de sistemas lacustres do Estado do Maranhão e da Bacia Amazônica

AUTOR	PH	COND. μS/CM	O.D. MG.L ⁻¹	TEMP. °C	NO ⁻³ μG. L ⁻¹	NH ⁺⁴ μG. L ⁻¹	N TOTAL μG. L ⁻¹	P TOTAL μG. L ⁻¹	SECCHI (M)
RIO ITAPECURU (MA) ARANHA. (1997)	-	-	-	26,7-31,5	-	-	-	-	-
LENÇÓIS MARANHENSES (MA) TUNDISI <i>et al.</i> (1998)	3,5-8,98	13-239		26,0-31,0	15,35	30,8	725	39,26	TOTAL
LAGOS DA BAIXADA MARANHENSE (MA) BARBIERI (1989)	6,53-7,28	90-240	4,99-8,23	27,5-32,0	-	-	-	-	0,16-1,0
LAGO BATATA (PA) BOZELLI (1990)	5,5-7,0	8-30	1,6-9,2	26,0-31,0			400-1600	8-58	0,5-2,0
LAGO BATATA (PA) CALLISTO <i>et al.</i> (1998)	4,18-4,83	10-28	-	26,5-30,3	-	-	-	-	0,4-1,6
IGARAPÉ (AMAZÔNIA) CLETO-FILHO 2001	3,5-6,9	-	-	-	-	-	-	-	-
LAGO BATATA (PA) HUSZAR (1994)	4,4-6,7	9-32			6-219	4-497	240-2000	5-60	0,15-2,1
U.H.E. SAMUEL (RO) MAGRIN (1993)	5,0-6,5	18,4-33	< 5,0	20,0-30,0	2,0-10,0	10,0-500,0	< 3337	25,0-222,0	-
LENÇÓIS MARANHENSES (MA) PEREIRA (1999)	5,0-6,2	18-33	7,45-7,97	27,5-32,0	-	-	-	-	-
LAGOS DA AMAZÔNIA (AM) RIBEIRO (1978)	4,8-5,4	4-10	1,6-9,2	25,9-29,9	-	-	-	-	-
LAGOA DO CAÇÓ (MA) PRESENTE ESTUDO	4,22-6,90	31-39	5,02-9,54	28-30,9	10,54-106,64	7,2-148,68	290	8,0	0,5-4,5

6.2. Os macroinvertebrados bentônicos da lagoa do Caçó (MA).

Os macroinvertebrados bentônicos têm sido objeto de um número crescente de pesquisas no Brasil nos últimos anos. Contudo, a complexidade dos estudos com esta comunidade limita, em parte, a quantidade e a abrangência das investigações. As dificuldades vão desde a escolha do método de coleta, sendo este um dos principais obstáculos aos estudos sobre a densidade de espécies, do número de amostras até a identificação taxonômica dos organismos, uma vez que a maioria das chaves de identificação são para a fauna de regiões temperadas. No Brasil, alguns trabalhos pioneiros com a comunidade bentônica foram realizado por Rocha (1970 *apud* CORBI, 2001) na represa de Americana; por STRIXINO (1971 e 1973) na represa de Americana (SP) e na represa do Lobo (SP), respectivamente; por FITTKAU *et al.* (1960, 1963, 1965 In: ESTEVES, 1988) e por REISS (1973, 1976a, 1976b, 1977 In: ESTEVES, 1988) com Chironomidae em lagos da região amazônica; STRIXINO & TRIVINHO-STRIXINO (1995) realizaram um trabalho pioneiro no Brasil de elaboração de uma chave de identificação de gêneros de Chironomidae (Diptera) para a região sudeste do país.

Os estudos ecológicos sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos são de grande importância, uma vez estes participam ativamente no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes dos sistemas aquáticos

A comunidade de invertebrados bentônicos da lagoa do Caçó em termos de grandes grupos taxonômicos, foi composta por 3 filos e 3 classes: Filo Annelida com as Classes Oligochaeta e Hirudinea, Filo Nematoda e o Filo Arthropoda com a Classe Insecta.

A Classe Oligochaeta contribuiu com 25,1% da fauna total em abril e 37,87% em novembro (FIGURAS 48 E 49). Essa Classe é composta por cerca de 3100 espécies entre os organismos aquáticos e terrestres (BARNES, 1984). As espécies aquáticas são encontradas em vários habitats. Os oligoquetos participam na decomposição do material orgânico e no transporte de material de camadas mais profundas do sedimento para as superfícies (ESTEVES, 1988). Em abril, foram registrados organismos apenas da família Naididae na lagoa do

Caçó, representados por 4 gêneros. Segundo MARGALEF (1983), os naidídeos vivem associados à vegetação aquática ou ao sedimento arenoso. Já em novembro foram identificados 8 gêneros dessa família. Em ambos os períodos de amostragem, *Dero* (*Dero*) foi o gênero numericamente predominante. A densidade numérica dos Oligochaeta (1.643 ind.m^{-2}) registrados na lagoa do Caçó em novembro foi similar àquela encontrada por Có (1979) na Represa do Lobo (SP) ($1.151 \text{ ind. m}^{-2}$), um sistema que apresenta, assim como a lagoa do Caçó, baixo grau de trofia. Já PAMPLIN (1999), verificou para a represa de Americana (SP), um sistema eutrofizado, uma densidade média de Oligochaeta de $2.933 \text{ ind. m}^{-2}$, no período seco. Estas observações sugerem portanto, que o grau de trofia do sistema pode ser considerado um dos fatores preponderantes influenciando a abundância desses organismos.

Outros fatores como a disponibilidade de alimento e o tipo de substrato, também, podem atuar na regulação dessa comunidade (ESTEVES, 1988). É importante ressaltar que mais de 90% da fauna de Oligochaeta da Lagoa do Caçó, foi encontrada na região litorânea. Segundo BRINKHURST & COOK, (1974, In: SHIMIZU, 1978), existe uma preferência destes organismos por substratos moles, compostos por argila e silte em detrimento da fração areia. Essas observações corroboram com as características granulométricas da lagoa do Caçó, onde há uma grande percentagem de argila na maioria dos pontos de amostragem, especialmente nos da região litorânea. Provavelmente esse fator tenha sido o responsável pela elevada densidade da Classe Oligochaeta no período seco (novembro).

Os Hirudinea, conhecido popularmente de sanguessugas, são frequentemente encontrados em lagos com região litorânea colonizada por macrófitas aquáticas (WETZEL, 1983). Contudo a única ocorrência observada nesse estudo foi na região limnética da lagoa do Caçó, em novembro de 1999. De acordo com WETZEL, (1983) existe uma correlação direta entre a abundância de hirudíneos e a produtividade dos lagos. Em sua maioria os hirudíneos são ectoparasitas de vertebrados e predadores de outros invertebrados, como os Oligochaeta e as larvas de Chironomidae. Contudo, apesar da ocorrência desses dois grupos na lagoa do Caçó, os hirudíneos não colonizaram efetivamente esse

sistema. Segundo SAWYER (1974, In: SHIMIZU, 1978) dois fatores ambientais são importantes para a colonização dessa Classe: a natureza do substrato e a disponibilidade de organismos que lhe sirvam como alimento. Contudo, PAMPLIN (1999) verificou em seu estudo na represa de Americana S(P), que nenhum desses fatores foram limitantes ou reguladores na distribuição e abundância desse grupo. Já MARQUES & BARBOSA (1997) constatou maior densidade de hirudíneos onde havia um elevado teor de matéria orgânica no sedimento e baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Provavelmente, a natureza do sedimento e a baixa produtividade da lagoa do Caçó, sejam fatores determinantes da baixa densidade de hirudíneos nesse sistema.

O Filo Nematoda representou menos que 2% da fauna total em ambos os períodos de amostragem, com densidade média de 19 ind. m⁻² em abril e 76 ind. m⁻² em novembro. Os nematóides, com cerca de 20000 espécies, vivem no solo, na água salgada e em água doce. Os Nematoda de água doce estão muito bem representados e embora sejam em sua maioria parasitas, especialmente de peixes, existem muitas espécies de vida livre distribuídos nos ecossistemas de águas doces (DOUCET & DOUCET, 1995). PENNAK, (1978) cita que as espécies de vida livre conhecidas são ao redor de 2000, mas que esta cifra representa provavelmente apenas uma fração da totalidade das espécies existentes. Eles vivem geralmente nas primeiras camadas do sedimento, geralmente acima de 6cm de profundidade e também associados às macrófitas aquáticas na região litorânea, onde podem atingir densidades mais elevadas que na região limnética (WETZEL, 1983). Tal fato foi observado na lagoa do Caçó, onde a ocorrência de Nematoda foi verificada apenas na região litorânea (margem direita e esquerda). Observou-se também, durante a triagem dos organismos no sedimento, que estes se encontravam associados a restos de macrófitas aquáticas.

A Classe Insecta representou mais de 50% da fauna total dos macroinvertebrados da lagoa do Caçó em ambos os períodos de amostragem. Segundo WARD (1992) lagos naturais e artificiais provêm um amplo espectro de habitats para os insetos aquáticos, razão pela qual eles representam cerca de 10 a 90% do bentos total encontrado nestes ambientes. Os representantes

dessa classe são extremamente diversificados. Na lagoa do Caçó, foram encontradas 3 famílias pertencentes a esta Classe: Chironomidae, Chaoboridae e Ceratopogonidae. Desses, Chironomidae foi numericamente dominante, contribuindo com aproximadamente com 50% da fauna total, com densidades médias em abril e novembro de 848 ind. m⁻² e 2.137 ind. m⁻², respectivamente. DI GIOVANNI *et al.* (1996), ressaltam que algumas espécies da família Chironomidae quase sempre é dominante, tanto em ambientes lóticos como lênticos, devido à sua tolerância a situações extremas, como a hipóxia, além de ter grande capacidade competitiva. RODRIGUES (1997) registrou uma densidade média de Chironomidae de 661 ind. m⁻² em uma "varredura" na represa do Beija-Flor, enquanto ALVES (1998), para a lagoa do Diogo, registrou uma densidade média de 370 ind. m⁻². Ambos os sistemas estão situados na Estação Ecológica de Jataí (SP) os quais podem ser classificados como mesotróficos se aplicados os índices de estado trófico de Carlson (1983) modificado por Toledo JR e Salas & Martino (1988).

Na lagoa do Caçó (MA) as densidades de Chironomidae foram mais elevadas do que aquelas registradas pelos autores mencionados anteriormente, apesar de suas características também oligotróficas. Portanto, outros fatores além do grau de trofia devem interferir na densidade numérica dos invertebrados bentônicos. É bastante conhecido que a pressão de predação por parte de peixes e também por invertebrados predadores pode ser um mecanismo eficaz de controle da densidade dos organismos bentônicos (MARGALEF, 1983)

Assim como observado para os Oligochaeta, a densidade de Chironomidae foi superior na região litorânea, quando comparada com a região limnética. Provavelmente, a maior disponibilidade de alimento e a reduzida turbulência nessa região sejam fatores favoráveis, propiciando maior densidade.

Os valores de diversidade da comunidade bentônica na lagoa do Caçó, foram relativamente altos variando entre 1,42 e 2,52. RODRIGUES (1997) registrou valores de diversidade de espécies para os Chironomidae que variaram entre 1,66 e 3,0 na represa do Beija-Flor e ALVES (1998) valores de

diversidade de espécies para a comunidade bentônica variando entre 3,32 e 3,54 na lagoa do Diogo.

Estes sistemas encontram-se inseridos dentro de uma Estação de Preservação Ambiental (Estação Ecológica de Jataí – Luiz Antonio SP) e são considerados sistemas mesotróficos. Portanto, os valores de diversidade da lagoa do Caçó, um sistema oligotrófico e também ainda bem preservado, são similares aos valores de diversidade encontrados pelos autores citados anteriormente, sendo provavelmente esta faixa de valores representativa deste tipo de ambiente.

Com relação à riqueza de espécies, na lagoa do Caçó foram registrados 18 táxons de Chironomidae, um número relativamente alto, considerando-se que a identificação foi feita em nível de gênero e que provavelmente estes contêm um número maior de espécies. RODRIGUES (1997) e ALVES (1998) também observaram elevada riqueza de táxons de Chironomidae, 22 e 31, respectivamente. Já PAMPLIN (1999) estudando a represa de Americana (SP), um sistema eutrofizado, registrou apenas 6 gêneros de Chironomidae. Essa diferença na riqueza taxonômica entre as lagoas com baixo grau de trofia como a lagoa do Caçó (MA), a represa do Beija-Flor e a lagoa do Diogo e um sistema altamente eutrofizado como a represa de Americana, está provavelmente relacionado com a perda de diversidade que ocorre com a eutrofização e em muitos casos com a poluição tóxica oriunda tanto dos esgotos domésticos, como dos industriais.

Os representantes da família Chaoboridae são predadores de zooplâncton e de pequenos animais bentônicos. Na lagoa do Caçó, a família Chaoboridae contribuiu com 25% da fauna total em abril e 10% da fauna total em novembro. As maiores densidades de Chaoboridae foram registradas na região limnética da lagoa do Caçó em ambos os períodos de amostragem. PAMPLIN (1999) e CORBI (2001), verificaram o mesmo padrão de distribuição espacial de Chaoboridae na represa de Americana (SP) e na represa do Ribeirão das Anhumas (Américo Brasileiro SP), respectivamente. A ocorrência destes organismos na região limnética está relacionada com o hábito alimentar dos mesmos, os quais são vorazes predadores de organismos planctônicos.

Eles deslocam-se ativamente na coluna d'água visando aumentar a taxa de encontro com as presas (LEWIS, 1979; VOSS, 1999)).

De maneira geral, a densidade numérica, o índice de diversidade e a riqueza da fauna de invertebrados bentônicos registrados na lagoa do Caçó em abril e novembro de 1999 foram influenciadas por dois fatores: precipitação pluviométrica e profundidade. Durante o período de estiagem (novembro de 1999) a densidade numérica na lagoa do Caçó foi aproximadamente três vezes maior que no período chuvoso (abril de 1999). A diversidade de espécies também foi maior nesse período. Provavelmente, a maior disponibilidade de alimento e a reduzida turbulência sejam responsáveis pela maior diversidade e riqueza de táxons dessa comunidade na região litorânea da lagoa. Outros autores verificaram o mesmo padrão de variação (ALVES, 1998; PAMPLIN, 1999).

Com relação à similaridade na composição de táxons de invertebrados bentônicos da lagoa do Caçó, observa-se uma elevada similaridade entre as margens esquerda e direita (região litorânea), em ambos períodos, seco e chuvoso. Porém, a similaridade de táxons foi relativamente baixa entre a região litorânea e limnética, em ambos os períodos de amostragem. Este fato tem sido frequentemente observado não só para os invertebrados bentônicos, mas também para outras comunidades (DELLAMANO-OLIVEIRA, 2001; PAMPLIN, 1999).

A análise de agrupamento para os valores de similaridade não revelou a formação de compartimentos isolados entre os pontos de amostragem limnéticos ou litorâneos no período chuvoso. Contudo, esta mesma análise revelou a formação de compartimentos limnéticos e litorâneos no período de seca, evidenciando assim uma maior heterogeneidade em relação à riqueza da comunidade bentônica no sistema neste período climático, principalmente devido à presença de organismos pertencentes a família Chaoboridae nos pontos da região limnética, e ausência destes na região litorânea da lagoa.

A alternância dos períodos seco e chuvoso atuou, portanto, como a principal função de força, condicionando as alterações nas condições limnológicas e na comunidade bentônica da lagoa do Caçó no ano de 1999.

7. CONCLUSÕES

- Existe sazonalidade climática marcante na região onde se localiza a lagoa do Caçó, com precipitações elevadas em um período de extensa estiagem em outro.
- A sazonalidade climática, especialmente a precipitação pluviométrica acarreta ligeiras modificações nas características físicas e químicas da água, como um pequeno aumento nas concentrações de fósforo total no período chuvoso e maior heterogeneidade entre as estações de coleta.
- A lagoa do Caçó é um ambiente de águas ácidas, bem oxigenadas e com baixas concentrações de nutrientes na coluna d'água caracterizando-se como um sistema oligotrófico durante o período estudado.

- A razão N:P para a lagoa do Caçó evidenciaram que a produção primária na lagoa pode ser limitada por fósforo nos dois períodos amostrados, o que reflete no baixo grau de trofia do sistema.
- O sedimento da lagoa do Caçó é predominantemente mineral, sendo a fração argila, a dominante na maioria dos pontos amostrados.
- A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi bastante diversificada, sendo representada por um total de 30 táxons incluindo 3 filos e 3 classes: Filo Annelida (Classes Oligochaeta e Hirudinea), Filo Nematoda e Filo Arthropoda (Classe Insecta).
- A Classe Insecta, representada apenas pela ordem Diptera, foi a classe dominante, tanto em riqueza de táxons quanto em abundância nos dois períodos investigados.
- Entre os Diptera, a família Chironomidae é dominante na comunidade de macroinvertebrados bentônicos da lagoa do Caçó, predominando tanto em número de gêneros quanto em abundância numérica
- A riqueza de táxons da família de Chironomidae é relativamente elevada, quando comparada com outros sistemas lacustres brasileiros.

- Detecta-se a influência da sazonalidade na densidade e riqueza de táxons da fauna de invertebrados bentônicos da lagoa do Caçó, as quais foram maiores no período seco (novembro).
- A densidade e a riqueza de táxons da fauna de invertebrados bentônicos na lagoa do Caçó é maior na região litorânea, comparada à região limnética.

8. PERSPECTIVAS

Através de levantamentos bibliográficos realizados, observou-se que no Estado do Maranhão, não havia registros de trabalhos anteriores para a comunidade bentônica em águas doces o que faz com que este trabalho seja uma primeira contribuição ao conhecimento da diversidade biológica daquele estado, evidenciando a necessidade de ampliação das investigações sobre a comunidade bentônica nas águas doces. Estudos estão em andamento nas lagoas interdunais dos Lençóis Maranhenses (Lucca *et al.* em preparação).

Os lagos da baixada Maranhense têm sido alvo de diversos estudos limnológicos recentemente (ARANHA *et al.* 1997; BARBIERI, 1989; PEREIRA, 1999; ARAUJO *et al.* 1998; ARAÚJO, 2000; ERICEIRA *et al.* 2000), contudo em nenhum deles a comunidade bentônica foi estudada. Seria importante a inclusão desta comunidade em estudos futuros naquelas localidades para uma avaliação mais completa daqueles ecossistemas.

A análise dos remanescentes fósseis animais nos "cores" de sedimento coletados no "Projeto AIMPACT" poderão fornecer valiosas informações sobre as condições pretéritas da lagoa e dos sedimentos, possivelmente permitindo inferir sobre o estado trófico do sistema e da existência ou não de períodos com grandes mudanças no mesmo, tendo em vista a grande riqueza de taxons de Chironomidae, os quais são particularmente propícios a deixarem remanescentes.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (1997). **Glossário de Ecologia**. 2ª. ed. São Paulo, ACIESP. (Publicação ACIESP n° 103) 352p..

ALBUQUERQUE, A. L. S. (1998) **Paleoambientes Holocênicos do Lago Dom Helvécio (Parque Florestal do Rio Doce, Minas Gerais)**. Niterói (RJ). Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, 184p.

ALVES, R.G. (1998). **Dinâmica Espaço-Temporal dos macroinvertebrados bentônicos de uma lagoa marginal de drenagem**. São Carlos (SP). Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos. 120p.

Andrade-Morrave, M. (1999). **Remanescentes de Cladocera (Crustacea) e Chironomidae (Diptera) como indicadores paleolimnológicos e paleoclimáticos para o Sistema Lacustre Quaternário da Serra dos Carajás (Pará, Brasil) e Lago Vico (Latium, Itália)**. São Carlos, SP. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. 150p.

ARANHA, F. J.; IBAÑEZ, M. S.; COREEIA, M. M. E.; CARVALHO, I. S.; MARTINS-CORRÊA, F. J. (1997). Itapecuru River Basin (Maranhão, Brazil): limnological, geological, and geomorphological preliminary characterization. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, 26: p. 857-859.

- ARAÚJO, A.; PESSOA, C. D.; CORREIA, M.; IBAÑEZ, M. S. R. (1998). Fitoplâncton de rede do rio Itapecuru, Maranhão, Brasil: uma contribuição ao conhecimento. **Boletim do Labohidro**, vol.11. EDUFMA.
- ARAUJO, A. (2000). **A comunidade fitoplanctônica de um sistema lacustre em curto período de tempo (estações seca e chuvosa) no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 101p.
- BARBIERI, R.; IBANEZ, M. S. R.; ARANHA, F. J.; CORREIA, M. M. F.; REID, J. W.; TURNER, P. (1989). Plâncton, produção primária e alguns fatores físicos e químicos de dois lagos da baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Biologia**, 49(2): p. 399-408.
- BARBOSA, F. A. R. (1981). **Variações diurnas (24 horas) de parâmetros limnológicos básicos e da produtividade primária do fitoplâncton na lagoa Carioca – Parque Florestal do Rio Doce, MG. Brasil**. São Carlos (SP). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos.
- BARNES. R. D. (1984). **Zoologia de Invertebrados**. 4ª edição, Roca Editora. São Paulo.
- BARNES, R. S. K.; MANN, K. H. (1991). **Fundamentals of aquatic ecology**. 2nd ed., Blackwell Scientific Publications.
- BENSON, L. J., PEARSON, R.G. (1987). Drift and upstream movement in Yuccabine Creek, an Australian tropical stream. **Hydrobiologia**, v.153, p. 225-239.
- BORMANN, F. H.; & LIKENS, G. E. (1967). **Nutrient cycling**. Science 155: p.424-429.

- BOZELLI, R. L. (1990). **Estrutura da comunidade zooplanctônica em ecossistemas naturais (rio Trombetas e lago Mussará) e um ecossistema impactado por efluente de bauxita (lago Batata) da região amazônica**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de São Carlos. 225p.
- BRINKHURST, R. O.; MARCHESE, M. R. (1991) **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica**. Santo Tomé, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. 207p.
- CALLISTO, M. E ESTEVES, F. A. (1996a). Composição granulométrica do sedimento de um lago Amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural (Pará Brasil). **Acta Limnológica Brasiliensis**. Vol.8. p. 115-126.
- CALLISTO, M. E ESTEVES, F. A. (1996b). Macroinvertebrados bentônicos em dois lagos Amazônicos: Lago Batata (um ecossistema impactado por rejeito de bauxita) e Lago Mussará (Brasil). **Acta Limnológica Brasiliensis**. Vol.18. p. 137-147.
- CALLISTO, M. ; ESTEVES, F. A., (1998). Biomonitoramento da macrofauna bentônica de Chironomidae em dois igarapés amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita. pp. 141-151. In: Nessimian J. L. & Carvalho A. C. E. (eds). *Ecologia de Insetos de Ambientes Lóticos*. **Série Oecologia Brasiliensis**. Vol. VI. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. Brasil
- CAMARGO, O. A. ; MUNIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. (1987). **Métodos de análises químicas, minerológica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas, Instituto Agronômico (Boletim Técnico nº 106).

- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E. & KAUFFMAN, J. H. (1987) – Classificação de solos usada em levantamentos Pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 12(1):** p. 11-33.
- CARLSON, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. **Limnol. And Oceanogr.**, 22, n. 2, p. 361-369.
- CECCATINE, G. & LEDRU, M. P. (1999). Panorama Botânico da Lagoa Caçó. In: **I Workshop do Projeto Maranhão**. Livro de Resumos, Rio de Janeiro, 7p.
- CLETO-FILHO, S. E. N. (2001). Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM – amazônia Central. **Acta Amazonica 31 (1):** p.69-82.
- CÓ, L. M. (1979). **Distribuição de Oligochaeta na Represa do Lobo (Estado de São Paulo Brasil)**. São Carlos (SP). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 169p.
- CORBI, J. J. (2001). **Distribuição espacial e batimétrica dos macroinvertebrados bentônicos da represa do Ribeirão das Anhumas (Américo Brasiliense SP)**. São Carlos (SP). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 65p.
- DAVIS, W.S., LATHROP, J. E. (1992). Freshwater benthic macroinvertebrate community structure and function, In: BAKER, B., KRAVITZ, M. (Eds) **Sediment classification methods compendium**. Washington: EPA,. 1-26p.
- DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J. (2001). **Estudo da comunidade fitoplanctônica da lagoa Caçó (MA), frente às mudanças sazonais na localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)**. São Carlos (SP). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 159p.

- DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; SENNA, P. A. C.; TANIGUSHI, G. M. (2001 – in press). Limnology characteristics and seasonal changes in density and diversity of the phytoplanktonic community at the Caçó Pond, Maranhão State, Brazil?
- DIAS, P. L. S. & MORENGO J. A. Águas Atmosféricas. *In*: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B., TUNDISI, J. G. (1999). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 65-114.
- DI GIOVANNI, M. V., GORETTI, E. & TAMANTI, V. (1996), Macrobenthos in Montedoglio Reservoir, central Italy. **Hidrobiologia**, 321: p. 17-28.
- Doucet, M. E. & Doucet, M. M. A. (1995). Nematoda (Formas livres) 00.671-693, *In*: Liopretto, E. C. & Tell, G. (eds.). **Ecosistemas de aguas continentales – metodologias para su estudio**. Tomo II. Ediciones Sur la Plata, 895p.
- EPLER, J. H. (1992). **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida**. Florida, Orlando: DER,. (Final Report, SP251) 302p.
- ERICERIA, J. E. (2000). **Fitoplâncton dos rios Pindaré, Mearim e Itapecuru (Maranhão, Brasil): aspectos taxonômicos e ecológicos**. Monografia de graduação, Universidade Federal do Maranhão, 36p.
- ESTEVES, F. A. (1988). **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Ed. Interciência/Finep. 575p.
- FUKUHARA, H. SAKAMOTO, M. (1988) Ecological significance of bioturbation of zoobenthos community release from bottom sediments ins shallow eutrophic lake. **Arch. Hydrobiol.**, v. 113, n. 3, p. 425-445.

- GARDNER, W. S., NALEPA, T. F., SLAVENS, D. R., LAIRD, G. A. (1983) Patterns and rates of nitrogen release by benthic Chironomidae and Oligochaeta. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 40, p. 259-266.
- GONÇALVES, F. J. , CALLISTO, M., LEAL, J. J. F. (1998). **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé RJ.-** Relações entre a Composição Granulométrica do sedimento e as comunidades de macroinvertebrados bentônicos nas lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. p. 299-310.
- GUERESCHI, R. M & MELÃO, M. G. G. (1997). Monitoramento biológico da Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho pelo uso de macroinvertebrados bentônicos. **Anais do VIII seminário de Regional de Ecologia**. Vol. VIII, p. 61-76.
- HORNE, A. J.; GOLDMAN, C. R. (1994). **Limnology**. 2nd edition. New York, McGraw-Hill, Inc..
- 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**. São Carlos (SP). Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. 219p.
- HUSZAR, V. L. M.; SOPHIA, M. G. (1996). Planktonic desmids of three Amazonian systems (Lake Batata, Lake Mussará and Trombetas River), Pará, Brazil. **Amazoniana**, XIV (1/2): 75-90
- HUTCHINSON, G. E. (1959). **A treatise on Limnology: Lake, origin, physics, and chemistry**. Volume I. New York, John Wiley & Sons, 10p.
- HUTCHINSON, G. E. (1983). **A treatise on Limnology: The zoobenthos**. Volume II. New York, John Wiley and Sons, Inc., 944p.

- INPE/CEPTEC (2000). **Climanálise**: Boletim de monitoramento e análise climática, edição especial comemorativa de 10 anos, seção 15, (www.inpe-ceptec/inpe/mct-clima).
- JACKSON, J. K.; SWEENEY, B. W. (1995). Present status and future directions of tropical stream research. **Journal of North America Benthological Society**, 14: p. 5-11.
- Kurata, A.; Kira, T. (1995). Aspectos de calidad del agua. *In*: JORGENSEN, S. E.; LOFFLER, H. eds. **Directrizes para la gestions de lagos**. Volume 3. La Gestions de la Costa del Lago. ILEC-PNUMA, p. 17-33.
- LAURITSEN, D. D., MOZLEY, S. C., WHITE, D.S. (1985). Distribution of oligochaetes in Lake Michigan and comments on their use as indices of pollution. **J. Great Lakes Res.** v.11, p. 67-76.
- LEWIS, W. M. JR. (1979). Zooplankton Community Analysis – Studies on a Tropical System. Springer – Verlag. New York, 162p.
- LIKENS, G. E. & BORMANN, F. H (1985). An ecosystem approach. *In*: **An ecosystem approach to aquatic ecology**. Likens, G. E. (ed.). Springer Verlag, New York. p. 1-8.
- LITOGRAF. (1991). **Diagnóstico Dos Principais Problemas Ambientais Do Estado Do Maranhão**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais do Estado do Maranhão – Programa Nacional de Meio ambiente/Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo do Maranhão. São Luís, 194p.

- Lobo, E.; Leighton, G. (1986). Estructuras delas fitocenosis planctônicas de los sistemas de desmbocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biologia Marinha**, 22 (1), p. 143-170.
- LUCCA, J. V., ROCHA, O., PAMPLIN, P. A. Z.; SURIANI, A. L.; FRANÇA, R. S.; GESSNER, A. A. F. (2001). Diversidade e abundância de Chironomidae nas lagoas interdunais pertencentes ao Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (MA). **IV Encontro Brasileiro sobre Chironomidae** – FFCLRP – USP 35p.
- MAGRIN, A G. E. (1998). **Estrutura e dinâmica de diatomáceas planctônicas e epífitas na lagoa do Diogo, Estação Ecológica doJataí, município de Luíz Antônio (SP): uma lagoa marginal permanentemente ligada ao rio Mogi-Guaçu**. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. Tese (Doutorado). 283p.
- MANLY, B. F. J. (1986). **Multivariate statistical methods**. London, CHAMPMAN E HALL.
- MAGURRAN, A. E. (1989). **Diversidad Ecológica y su Medición..** Ediciones Vedrá, Barcelona.
- MCCAFFERTY, W. P. (1981). **Aquatic entomology: the fishermens's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives**. Boston: Jones and Bartlett Publisnher, 448p.
- MARGALEF, R. (1983). **Limnologia**. Ediciones Omega, Barcelona. 1009p.
- MARQUES, M. G. S .M. (1997). **A comunidade de macroinvertebrados aquáticos no trecho médio da bacia do rio Doce, M.G., Belo Horizonte**. Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado). 123p.

- MARQUES, M. G. S .M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA; F. A. R.; (1997). A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce M.G., **Revista Brasileira de Biologia** 59(2): p. 203-210.
- MARQUES, M. M. G. S. M. & BARBOSA, F. A. R. (1997). Eficiência de alguns parâmetros da comunidade de macroinvertebrados utilizados na avaliação da qualidade de água. **Anais do VIII seminário de Regional de Ecologia Vol. VIII** p. 113-126.
- MERRIT, R & CUMMINS, K. (1984). **An Introduction to the aquatic insects of North America**. 2nd ed. Kendall Hunt Publishing. Pt.I-IV. 360p.
- MOURA, A. D.& SUKLA, J. (1999). On the dynamics of drought in Northeast Brazil: observations theory and numerical experiments with a general circulation model. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces do Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escrituras, .65-115p.
- NESSIMIAN, J. L. (1995a). A composição da fauna de invertebrados bentônicos em um brejo entre dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Limnológica Brasiliensia**. vol. VII. p. 41-59.
- NESSIMIAN, J. L. (1995b). Abundância e biomassa de macroinvertebrados bentônicos em um brejo entre dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. 55 (4). p. 661-683.
- ODUM, E.P. (1988). **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 434p.
- PAMPLIN, P. A. Z. (1999). **Avaliação da Qualidade Ambiental da Represa de Americana (SP) com Ênfase no Estudo da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos e Parâmetros Ecotoxicológicos**.

- São Carlos (SP). Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo São Carlos. 111p.
- PAYNE, A. I. (1986). **The ecology of tropical rivers and lakes**. New York, John Wiley.
- PARSONS, M. & NORRIS, R. H. (1996). The effects of habitat specific sampling on biological assessment of water quality using a predictive model. **Freshwater Biology**, 36: p. 419-434.
- PEDRIDIS, D., SINIS, A. (1993). Benthic macrofauna of Tavropos Reservoir (central Greece). **Hydrobiologia**, 262: p. 1-12.
- PENNAK, R. W. (1978). **Fresh-water invertebrates of the United States - Protozoa to Mollusca**. 3rd edition, Wiley-Interscience Publication.
- PEREIRA, D. F. (1999). **Caracterização física e química das lagoas dos Lençóis Maranhenses, Brasil**. São Luiz (MA). Monografia (Bacharelado). Universidade Federal do Maranhão, 13p.
- REBOUÇAS, A. C. (1999). Água doce no mundo e no Brasil *In*: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (eds.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 1-36.
- RIBEIRO, J. S. B. (1978). **Fatores ecológicos, produção primária e fitoplâncton em cinco lagos da Amazônia Central (AM). Estudo Preliminar**. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. Dissertação (Mestrado). 143p.
- RIGHI, G. (1984) **Oligochaeta**. Brasília, CNPQ. (Série Manual de Identificação de Invertebrados Limnéticos do Brasil). 48p.

- ROLDAN-PÉREZ, G. R. (1988). **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Universidade de Antioquia, Colombia. 217p.
- RODRIGUES, M. H. S. (1997). **Estudo da fauna de Chironomidae (Diptera) do sedimento na Represa do Beija-Flor, na Estação Ecológica de Jataí, Luíz Antonio - SP**. São Carlos (SP). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 75p.
- SAETHER, O. A. (1979). Chironomid communities as water quality indicators. **Holarctic Ecology**, 2: p. 65-74.
- SALAS, H. J.; MARTINO, P. (1988). **Memoria del IV Encuentro del Proyecto Regional "Desarrollo de Metodologías Simplificadas para la Evaluación de Eutroficación en Lagos Cálidos Tropicales"**. OPS-CEPIS.
- SHELL, D. M., 1974. Uptakes and regeneration of free amino acids in marine waters of Southwest Alaska. **Limnol. Oceanogr.** 19: p. 260-270.
- SHIMIZU, G. Y. (1978). **Represa de Americana: aspectos dos bentos litoral**. São Paulo (SP). Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 148p.
- SHIMIZU, G. Y. (1981). **Represa de Americana: um estudo de distribuição batimétrica da fauna bentônica**. São Paulo (SP). Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 115p.
- SIOLI, H. (1957) Valores de pH de águas de água amazônica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 1: p. 1-37.

- STRIXINO, G. B. M. A. (1971). **Ensaio para um estudo ecológico da macrofauna do fundo da Represa de Americana (SP)**. São Paulo. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. 42p.
- STRIXINO, G. B. M. A. (1973). **Sobre a ecologia dos macroinvertebrados bentônicos do fundo na Represa do Lobo (SP)**. São Paulo. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. 188p.
- SUDENE/UFPE (1991). **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais do Estado do Maranhão**. Programa Nacional de Meio Ambiente/Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Turismo do Estado do Maranhão. São Luís, 41p.
- SUGUIO, K.(1973). **Introdução à Sedimentologia**. Ed. Edgar Blucher, São Paulo, SP. 317p.
- TOLEDO JR., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G.. (1983). A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. **12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Camboriú, DENG.
- TRIVINHO-STRIXINO, S., STRIXINO. G. (1995). **Larvas de Chironomidae (Diptera do Estado de São Paulo: guia de identificação de diagnose dos gêneros**. São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, gráfica da Universidade Federal de São Carlos. 229p.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L.; RIETZLER, A. C.; POMPEU, M. (1998). Aquatic Biodiversity as a Consequence of Diversity of Habitats and Functioning Mechanisms. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **70** (4).767-773 p.

- Uvo, C. B. (1999). A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da região norte do Nordeste Brasileiro. In: **Águas doces do Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, Escrituras, 65-115p.
- VALDERRAMA, J. C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Mar. Chem.**, 10: 109-122p.
- VOLKMER-RIBEIRO, C. (1999). Condicionamento ambiental de *Metania spinata* (Porifera-Metaniidae) e contribuição dessa esponja aos sedimentos de superfície no Lago Caçó, Urbano Santos MA. In: **I Workshop do Projeto Maranhão**. Resumos..., Rio de Janeiro, p.3.
- VOSS, S. & MUMM, H. (1999). Where to stay by night and day; size specific and vertical distribution of *Chaoborus flarécans* larvae. *Freshwater Biol.* 42: 201-213.
- WALKER, I. R. (1987). Chironomidae (Diptera) in Paleoecology. **Quaternary Science Reviews**. 6:29-40p.
- WALKER, I. R. (1992). Paleolimnological biomonitoring using Freshwater Benthic Macroinvertebrates. In: **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. Ed: David M. Rosenberg and Vincent H. Resh. 306:346p.
- Ward, J. V. (1992). **Aquatic insect ecology**. 1. Biology and habitat. New York, John Wiley & Sons. 450p.
- WARNICK, W. F. (1992). The effect of trophic/contaminant interactions on chironomid community structure and succession (Diptera: Chironomidae). **Netherland Journal Aquatic Ecology**, v.26, n.2-4, 563-575p.

- WELCH, P. S. (1948). **Limnological methods**. 1st ed., Blakiston Co. Philadelphia.
- WETZEL, R. G. (1983). **Limnology**. 2nd ed. Washington: Saunders College Publ., 919pp.
- WETZEL, R. G. & LIKENS, G. E. (1991). **Limnological Analyses**. 2nd ed. Springer-Verlag, New York: 391p.
- ZAR, J.H. (1999). **Biostatistical Analysis**. 4nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

ANEXO

SÉRIE HISTÓRICA DE VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (MM) REGISTRADOS PARA A
REGIÃO DA LAGOA DO CAÇÓ (MA). FONTE: DADOS FORNECIDOS PELA ESTAÇÃO
METEOROLÓGICA DE BARREIRINHAS (MA).

Ano	Total Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1966	766,3	14,4	121,0	200,6	223,3	229,6	156,6	53,0	5,2	2,4	2,0	7,4	36,5
1967	1609,9	104,3	279,7	348,4	262,6	404,7	91,5	71,0	2,1	0,2	1,4	0,0	43,8
1968	1710,3	138,2	221,4	421,8	250,4	391,3	164,9	10,0	2,1	2,7	5,5	16,3	85,6
1969	1685,0	186,1	198,2	291,9	321,7	315,9	221,6	97,0	44,9	5,5	0,0	2,1	0,0
1970	1418,4	56,0	178,8	240,6	394,6	134,2	171,1	134,0	48,6	12,7	0,0	42,6	5,1
1971	1738,3	129,6	196,1	254,9	366,8	314,4	283,8	141,6	20,2	8,1	1,7	0,4	20,9
1972	1418,0	110,3	123,1	159,6	233,3	256,8	61,9	60,4	13,5	0,0	0,3	0,1	125,4
1973	1949,1	281,7	293,7	424,4	284,2	278,7	160,9	99,9	33,0	9,3	20,6	0,0	62,7
1974	2908,5	359,2	451,8	418,5	688,3	537,7	238,3	52,2	8,6	9,0	17,1	1,7	126,2
1975	1870,1	130,1	312,9	289,4	340,1	397,0	119,1	203,7	9,5	11,1	0,0	2,7	63,9
1976	1375,1	178,7	272,9	301,1	307,9	61,6	31,5	11,6	8,1	9,0	19,0	0,2	5,1
1977	1564,6	215,3	276,9	279,4	379,1	207,9	163,7	63,1	13,1	4,7	0,0	0,0	47,9
1978	1632,6	170,0	166,0	279,9	329,2	201,4	145,8	160,5	42,8	21,6	0,2	11,9	40,1
1979	1284,2	104,0	201,4	185,0	226,9	313,9	97,8	18,2	12,5	10,7	2,0	15,4	8,3
1980	814,2	91,7	524,2	233,2	122,4	5,4	14,8	4,7	16,7	0,5	0,0	50,0	6,4
1981	748,6	78,3	75,7	265,4	117,4	233,7	16,3	31,5	11,4	0,0	0,0	0,0	69,1
1982	1035,0	222,5	272,0	304,6	274,7	132,7	111,2	1236,7	55,7	0,0	0,0	0,0	4,1
1983	319,1	8,9	141,3	116,0	131,7	35,7	5,5	2,7	1,5	0,0	0,0	0,0	50,8
1984	1580,2	115,7	143,3	962,6	1327,7	216,7	101,1	100,4	21,9	5,3	5,3	5,1	22,0
1985	2607,3	385,7	409,8	497,6	499,0	332,9	162,0	141,9	15,0	3,5	0,0	4,9	152,7
1986	842,7	98,4	240,6	468,8	403,4	127,0	229,6	31,9	23,8	17,3	12,4	8,7	16,2
1987	713,1	31,4	103,4	326,7	80,0	90,6	138,5	39,3	15,7	0,0	0,0	0,0	14,6
1988	592,9	163,7	311,9	335,2	288,2	907,5	84,8	36,0	22,2	0,0	0,0	0,0	11,9
1989	1757,2	62,5	80,5	340,8	406,4	370,3	112,6	134,8	64,3	0,0	0,0	0,0	185,0
1991	1419,8	302,6	165,7	343,7	280,8	232,4	74,6	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1992	554,4	99,4	105,2	227,4	99,2	3,2	7,2	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	700,1	43,4	133,2	144,1	114,6	104,8	31,4	53,2	0,0	7,2	0,0	0,0	68,2
1994	1586,4	170,7	219,1	243,4	442,6	326,8	63,2	71,6	7,0	0,0	0,0	0,0	42,0
1995	1544,8	20,8	224,0	361,9	464,4	276,9	72,2	104,3	0,0	0,0	7,6	4,3	8,4
1996	1665,1	206,0	121,3	458,0	397,7	265,1	132,3	16,4	53,4	0,0	0,4	14,5	0,0
1997	1023,8	94,8	120,3	318,8	307,3	127,5	7,5	20,1	0,0	0,2	0,0	8,1	19,2
1998	741,6	143,0	38,5	202,5	132,7	65,6	99,4	2,3	20,0	0,0	0,0	7,7	29,9
1999	3,431,5	83,4	226,1	358,3	396,0	293,3	58,8	16,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	2908,5	385,7	524,2	962,6	1327,7	907,5	283,8	1236,7	64,3	21,6	20,6	50,0	185,0
Mínimo	319,1	8,9	38,5	116,0	80,0	3,2	5,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Média	1349,3	141,2	210,1	320,2	328,1	246,9	111,6	101,2	18,5	4,4	3,0	0,0	0,0

DADOS LIMNOLÓGICOS

PERFIS DE PH, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-2}$), CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO ($\text{MG}.\text{L}^{-1}$) E TEMPERATURA DA ÁGUA ($^{\circ}\text{C}$) NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA LAGOA DO CAÇÓ, EM ABRIL DE 1999. **E** REPRESENTA MARGEM ESQUERDA; **D** REPRESENTA MARGEM DIREITA E **C** REPRESENTA REGIÃO LIMNÉTICA.

pH	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	5.22	5.22	5.53	5.4	5.55	5.83	5.75
	0.5	5.17	5.2	5.49	5.51	5.52	5.46	5.71
	1	5.02			5.45			
	1.5	4.52						

Cond. Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}^{-2}$	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	33	34	35	38	36	37	36
	0.5	31	34	35	37	36	36	36
	1	31						
	1.5	31						

Oxigênio Dis. $\text{mg}.\text{L}^{-1}$	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	6.35	8.69	8.24	6.2	6.27	6.79	7.68
	0.5	6.06	8.17	7.06	6.77	5.98	6.45	7.53
	1	5.73			6.6			
	1.5	5.3						

Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	29.9	30.4	30	29.1	28.4	28.8	29.9
	0.5	30	30.4	30	29.1	28.5	28.9	30
	1	29.6			29.2			
	1.5	29.2						

PH	PROF.	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0	5.7	5.7	5.73	5.74	5.73	5,64	5,7
	0.5	5.65	5.68	5.69	5.57	5.7	5,65	5,68
	1	5.34	5.72	5.58	5.56	5.73	5,65	5,66
	1.5						5,64	5,77

Cond. Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}^{-2}$	PROF.	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0	34	34	36	36	36	36	36
	0.5	34	34	36	36	36	36	36
	1	34	34	36	36	36	36	36
	1.5						36	

Oxigênio Dis. mg.L ⁻¹	Prof	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0	7,83	7,14	6,92	6,29	6,75	7,39	7,39
	0,5	6,89	7,61	6,82	6,54	6,41	6,99	6,99
	1	6,41	5,02	6,53	6,22	5,92	7,16	7,16
	1,5						7,01	7,01

Temp. (°C)	PROF. (M)	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0.0	29,6	29,9	30,1	28,9	28,9	29	29
	0.5	29,7	29,9	29,7	28,9	28,9	29,1	29,1
	1.0	29,9	29,5	29,6	28,9	28,8	29,1	29,1
	1.5						29	29

pH	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	5,46	5,73	5,52	5,71	5,61	5,64
	0.5	5,41	5,57	5,56	5,54	5,59	5,65
	1.0	5,25	5,61	5,5	5,49	5,64	5,65
	1.5	4,78	5,58	5,2	5,57	5,64	5,64
	2.0	4,52	5,51	4,92	5,55	5,66	5,66
	2.5	4,45	5,16	4,73	5,54	5,66	5,65
	3.0	4,44	4,98	4,62	5,6	5,65	5,64
	3.5	4,4	4,8	4,57	5,52	5,6	5,63
	4.0	4,37	4,65	4,55	5,36	5,68	5,61
	4.5	4,35	4,59	4,53	5,14	5,66	5,62
	5.0	4,35	4,53	4,5	4,95	5,65	5,64
	5.5	4,32	4,49	4,46	4,81	5,63	5,55
	6.0	4,29	4,4	4,43	4,74	5,51	5,12
	6.5	4,25	4,37	4,39	4,69	5,43	5,02
	7.0	4,16	4,36	4,4	4,64	5,13	4,96
	7.5	4,13	4,34	4,41	4,62	5,03	4,85
	8.0		4,33	4,4	4,62	4,85	4,72
	8.5		4,32	4,32	4,6	4,7	4,7
	9.0		4,32			4,73	5,11
	9.5		4,31				

Cond. Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}^{-2}$	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	34	36	36	36	36	36
	0.5	34	35	36	36	36	36
	1.0	34	35	36	36	36	36
	1.5	34	35	36	35	36	36
	2.0	34	35	36	36	36	36
	2.5	34	35	36	36	36	36
	3.0	35	36	36	36	36	36
	3.5	35	35	36	36	36	36
	4.0	35	35	36	36	36	36
	4.5	35	35	36	36	36	36
	5.0	35	35	36	36	36	36
	5.5	35	35	36	36	36	36
	6.0	35	36	36	36	36	36
	6.5	35	36	36	36	36	36
	7.0	35	36	36	36	36	36
	7.5	35	36	36	36	36	36
	8.0	35	36	36	36	36	36
	8.5	35	36	37	37	36	36
	9.0	35	36			36	36
	9.5		36				

Oxig. Dis. Mg.L^{-1}	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	7,28	7,59	6,92	6,92	6,93	7,39
	0.5	7,24	7,12	6,51	6,51	6,44	7,34
	1.0	7,28	7,29	6,4	6,4	6,35	7,36
	1.5	6,69	7,4	6,47	6,47	6,21	7,41
	2.0	7,15	6,82	6,26	6,26	6,69	7,44
	2.5	7,25	7,36	6,6	6,6	6,58	7,42
	3.0	7,09	7,25	6,38	6,38	6,24	7,44
	3.5	7,29	6,9	6,53	6,53	6,78	7,43
	4.0	6,91	7,1	6,4	6,4	6,52	7,55
	4.5	7,33	6,82	6,84	6,84	6,64	7,49
	5.0	7,03	6,66	6,55	6,55	6,32	7,5
	5.5	6,72	6,7	6,29	6,29	6,5	7,51
	6.0	7,01	6,67	6,2	6,2	6,7	7,56
	6.5	7,19	6,46	6,22	6,22	6,65	7,45
	7.0	6,5	5,8	6,54	6,54	6,6	7,35
	7.5	6,62	5,99	6,17	6,17	6,62	7,38
	8.0	6,29	5,92	6,5	6,5	6,67	7,4
	8.5	6,2	5,15	5,82	5,82	6,8	7,21
	9.0		5,34			6,96	6,75
	9.5		5,43				

Temp. (°C)	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	29,4	29,2	29	29,1	28,8	29,2
	0.5	29,5	29,2	29,1	29,2	28,8	29,2
	1.0	29,5	29,2	29,1	29,1	28,8	29,2
	1.5	29,5	29,2	29	29,1	28,8	29,2
	2.0	29,5	29,3	29,1	29,1	28,8	29,2
	2.5	29,4	29,3	29,1	29,1	28,7	29,2
	3.0	29,5	29,3	29,1	29,1	28,7	29,2
	3.5	29,5	29,3	28,9	28,9	28,7	29,2
	4.0	29,5	29,2	28,9	28,9	28,7	29,2
	4.5	29,5	29,2	28,9	28,9	28,7	29,1
	5.0	29,4	29,2	28,9	28,9	28,7	29,1
	5.5	29,5	29,2	28,9	28,9	28,7	29,1
	6.0	29,4	29	28,9	28,9	28,7	29,1
	6.5	29,4	28,9	28,9	28,9	28,7	28,8
	7.0	29,4	28,9	28,9	28,8	28,7	28,8
	7.5	29,3	28,9	28,8	28,8	28,7	28,8
	8.0	29,2	28,9	28,8	28,8	28,7	28,8
	8.5	29,1	28,9	28,8	28,8	28,7	28,7
	9.0	29	28,9			28,6	
	9.5		28,9				

PERFIS DE pH, CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$), CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO ($\text{MG}\cdot\text{L}^{-1}$) E TEMPERATURA DA ÁGUA ($^{\circ}\text{C}$) NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA LAGOA DO CAÇÓ, EM NOVEMBRO DE 1999. **E** REPRESENTA MARGEM ESQUERDA; **D** REPRESENTA MARGEM DIREITA E **C** REPRESENTA REGIÃO LIMNÉTICA.

pH	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	5,25	5,02	5,8	6,12	6,3	6,32	6,19
	0.5	5,23	5,07	5,58	6,02	5,99	6,24	6,01
	1			5,48		5,82		5,74
	1.5							

Cond. Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}^{-2}$	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	35	35	35	35	35	35	35
	0.5	35	35	35	35	35	35	35
	1			35		35		36
	1.5							

Oxigênio Dis. mg.L ⁻¹	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	7,6	9,54	7,23	7,31	6,93	7,47	6,83
	0.5	7,81	7,78	7,12	6,75	6,65	7,38	7,06
	1			6,89		6,77		6,79
	1.5							

Temp. (°C)	PROF.	1E	2E	3E	4E	5E	6E	7E
	0	29,6	31,2	30,2	29,7	29,4	30,2	29,6
	0.5	29,7	31,2	30	29,7	29,4	30,2	29,2
	1			29,9		29,2		29
	1.5							

pH	PROF.	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0	5,44	5,01	6,9	6,22	6,76	6,65	6,31
	0.5	5,04	5,02	6,77	6,25	6,76	6,26	6,05
	1		4,92	5,99	6,16	6,76	6,15	
	1.5		4,89					

Cond. Elétrica μS/cm ⁻²	PROF.	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0	39	38	35	35	35	36	35
	0.5	37	36	35	35	35	36	35
	1		36	36	35	35	35	
	1.5		36					

Oxigênio Dis. mg.L ⁻¹	Prof	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0	5,6	6,38	7,11	7,52	6,95	7,03	6,69
	0,5	5,3	6,44	7,28	7,48	7,14	6,61	6,81
	1		6,34	5,2	7,47	6,04	5,7	
	1,5		6,14					

Temp. (°C)	PROF. (M)	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
	0.0	30,5	29,4	30,6	30,5	30,8	30,9	29,9
	0.5	30	29,4	30,3	30,5	30,6	29,4	29,9
	1.0		29,1	29,5	30,3	30,2	29,3	
	1.5		29					

pH	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	5,83	5,53	5,72	5,72	5,9	5,68
	0.5	5,9	5,46	5,96	5,96	5,9	5,58
	1.0	5,76	5,52	5,7	5,7	5,93	5,63
	1.5	5,7	5,45	5,69	5,69	6,08	5,6
	2.0	5,59	5,43	5,75	5,75	5,73	5,61
	2.5	5,53	5,22	5,71	5,71	5,71	5,44
	3.0	5,56	4,86	5,65	5,65	5,66	5,07
	3.5	5,55	4,72	5,69	5,69	5,81	4,96
	4.0	5,54	4,67	5,87	5,87	5,76	4,77
	4.5	5,37	4,63	5,94	5,94	5,7	4,73
	5.0	5,04		5,66	5,66	5,57	4,69
	5.5	4,71		5,48	5,48	5,22	4,86
	6.0	4,69		5,18	5,18	5,19	4,92
	6.5	4,8		5,2	5,2	5,15	4,94
	7.0	4,9		5,22	5,22	5,04	4,93
	7.5	4,9		5,22	5,22	5,02	4,95
	8.0	5,11		5,75	5,75	4,97	4,76
	8.5	5		5,06	5,06	4,81	4,66
	9.0						
	9.5						

Cond. Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}^{-2}$	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	35	35	35	35	35	35
	0.5	35	35	35	35	35	35
	1.0	35	35	35	35	35	35
	1.5	35	35	35	35	35	35
	2.0	35	35	35	35	35	35
	2.5	35	35	35	35	35	35
	3.0	35	35	35	35	35	35
	3.5	35	35	35	35	35	35
	4.0	35	35	35	35	35	35
	4.5	35	35	35	35	35	35
	5.0	35		35	35	35	35
	5.5	35		35	35	35	35
	6.0	35		35	35	35	35
	6.5	35		35	35	35	35
	7.0	35		35	35	35	35
	7.5	35		35	35	35	35
	8.0	36		35	35	35	35
	8.5	36		35	35	35	35
	9.0						
	9.5						

Oxig. Dis. Mg.L⁻¹	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	6,84	6,94	6,98	6,98	6,98	6,99
	0.5	6,78	6,74	6,79	6,79	6,99	6,9
	1.0	6,77	6,83	7,08	7,08	6,99	6,98
	1.5	6,82	6,82	6,71	6,71	7,1	7,13
	2.0	6,86	7,01	6,98	6,98	6,95	6,96
	2.5	6,76	6,67	6,71	6,71	6,83	6,85
	3.0	6,69	6,79	6,85	6,85	6,98	6,94
	3.5	6,7	6,92	6,68	6,68	7,01	6,65
	4.0	6,7	6,93	6,58	6,58	6,75	6,86
	4.5	6,53	6,88	7,12	7,12	6,91	6,68
	5.0	6,53		6,74	6,74	7,08	6,73
	5.5	6,75		6,9	6,9	6,95	6,81
	6.0	6,89		6,89	6,89	6,98	6,58
	6.5	6,73		6,97	6,97	6,93	6,9
	7.0	6,85		6,69	6,69	6,86	6,55
	7.5	6,75		7,08	7,08	6,99	6,44
	8.0	5,44		6,76	6,76	6,84	6,62
	8.5	5,44		6,69	6,69	6,85	6,49
	9.0						
	9.5						

Temp. (°C)	PROF. (M)	2C	3C	4C	5C	6C	7C
	0.0	29	28,8	28,9	28,9	28,7	28,6
	0.5	29	28,8	28,9	28,9	28,7	28,6
	1.0	29,1	28,8	28,9	28,9	28,7	28,6
	1.5	29,1	28,8	28,9	28,9	28,7	28,6
	2.0	29,1	28,8	28,9	28,9	28,7	28,6
	2.5	29,1	28,8	28,9	28,9	28,7	28,6
	3.0	29,1	28,8	28,9	28,9	28,7	28,6
	3.5	29,1	28,8	28,7	28,7	28,7	28,6
	4.0	29,1	28,8	28,7	28,7	28,7	28,6
	4.5	29,1	28,8	28,7	28,7	28,7	28,6
	5.0	29,1		28,7	28,7	28,6	28,6
	5.5	29,1		28,7	28,7	28,6	28,6
	6.0	29,1		28,7	28,7	28,6	28,6
	6.5	29,1		28,7	28,7	28,6	28,4
	7.0	29,1		28,7	28,7	28,6	28,4
	7.5	29		28,7	28,7	28,6	28,4
	8.0	29		28,7	28,7	28,6	28,4
	8.5	29		28,7	28,7	28,5	28,4
	9.0					28,5	28,3
	9.5						

VALORES DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA (NH^{+4}), NITRATO (NO^{-3}), NITROGÊNIO TOTAL (N TOTAL) E FÓSFORO TOTAL (P TOTAL) NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL e novembro DE 1999. **E** REPRESENTA MARGEM ESQUERDA; **D** REPRESENTA MARGEM DIREITA E **C** REPRESENTA REGIÃO LIMNÉTICA.

	PONTO	NH^{+4} $\mu\text{g.L}^{-1}$	NO^{-3} $\mu\text{g.L}^{-1}$	N TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$	P TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$
Abril	1E	30,6	51,46	263,86	5,95
	2E	60,84	13,64	238,42	11,17
	3E	131,04	24,18	227,33	6,28
	4E	18,9	34,1	307,56	6,61
	5E	160,38	39,06	229,28	6,61
	6E	52,2	22,94	239,07	4,97
	7E	43,02	21,7	232,55	7,91

	PONTO	NH^{+4} $\mu\text{g.L}^{-1}$	NO^{-3} $\mu\text{g.L}^{-1}$	N TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$	P TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$
Novembro	1E	47,34	48,36	346,05	5,96
	2E	54,54	52,08	284,08	6,94
	3E	0	0	308,22	5,96
	4E	22,86	53,94	274,29	6,94
	5E	39,06	57,04	242,33	6,93
	6E	36,54	60,14	274,31	8,24
	7E	0	71,3	252,12	7,59

	PONTO	NH^{+4} $\mu\text{g.L}^{-1}$	NO^{-3} $\mu\text{g.L}^{-1}$	N TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$	P TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$
Abril	2D	15,66	31,62	263,86	5,95
	3D	20,88	50,22	238,42	11,17
	4D	9,54	24,18	227,33	6,28
	5D	11,16	32,24	307,56	6,61
	6D	26,1	22,94	229,28	6,61
	7D	7,2	15,5	239,07	4,97
	8D	0	11,16	232,55	7,91

	PONTO	NH^{+4} $\mu\text{g.L}^{-1}$	NO^{-3} $\mu\text{g.L}^{-1}$	N TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$	P TOTAL $\mu\text{g.L}^{-1}$
Novembro	2D	80,46	69,44	346,05	5,96
	3D	57,42	62	284,08	6,94
	4D	42,84	51,46	308,22	5,96
	5D	0	60,76	274,29	6,94
	6D	55,08	56,42	242,33	6,93
	7D	35,64	60,76	274,31	8,24
	8D	77,58	56,42	252,12	7,59

Abril	Ponto	NH ⁴⁺ µg.L ⁻¹	NO ⁻³ µg.L ⁻¹	P total µg.L ⁻¹	N total µg.L ⁻¹
	2S	46,98	58,28	4,32	242,99
	2M	17,64	30,38	5,63	220,15
	2F	22,86	43,4	9,54	250,81
	3S	17,82	29,76	8,56	220,81
	3M	19,98	28,52	7,92	205,15
	3F	27,9	38,44	7,59	216,24
	4S	20,7	27,9	7,92	220,81
	4M	15,66	33,48	8,56	282,12
	4F	148,68	26,66	8,89	274,94
	5S	10,08	38,44	10,52	242,33
	5M	8,28	45,88	8,89	274,94
	5F	40,5	37,82	4,65	261,9
	6S	72,54	31	12,48	327,13
	6M	7,2	42,78	9,54	221,46
	6F	26,1	29,14	12,15	237,11
	7S	7,2	15,5	8,89	209,37
	7M	25,38	10,54	7,91	272,34
	7F	18,9	23,56	4,32	260,6

Novembro	Ponto	NH ⁴⁺ µg.L ⁻¹	NO ⁻³ µg.L ⁻¹	P total µg.L ⁻¹	N total µg.L ⁻¹
	2S	2,88	59,52	5,96	256,63
	2M	54,54	58,9	6,28	271,69
	2F	0	65,1	6,28	300,39
	3S	0	75,02	7,59	282,12
	3M	34,56	59,52	7,26	295,82
	3F	57,42	62	4,98	309,52
	4S	35,64	59,52	7,26	291,91
	4M	0	55,18	6,94	280,82
	4F	9,72	62	6,28	439,32
	5S	0	76,88	7,92	240,38
	5M	41,4	62,62	7,92	282,77
	5F	46,8	63,86	5,63	332,35
	6S	0	106,64	7,59	270,38
	6M	0	64,48	6,28	280,82
	6F	38,52	62	6,28	259,29
	7S	50,76	62,62	7,26	247,55
	7M	50,22	57,04	5,63	303,84
	7F	27,72	55,8	5,31	236,46

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (% PS) E TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA (% PS) NO
SEDIMENTO NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA LAGOA DO CAÇÓ (MA) EM ABRIL E NOVEMBRO
DE 1999. **E** REPRESENTA MARGEM ESQUERDA; **D** REPRESENTA MARGEM DIREITA E **C**
REPRESENTA REGIÃO LIMNÉTICA.

	Ponto	Areia Total % Ps	Silte % PS	Argila % PS	Fração Org. % PS	Fração Inorg. % PS
Abril	1E	16,15	1,56	82,29	11,61	88,39
	2E	99,16	0,17	0,67	0,5	99,5
	3E	98,99	0,08	0,93	0,7	99,3
	4E	99,46	0	0,54	0,63	99,37
	5E	70,88	0,39	28,74	5,79	94,21
	6E	7,66	1,92	90,42	29,89	70,11
	7E	30,6	1,2	68,2	25,6	74,4

	Ponto	Areia Total % Ps	Silte % PS	Argila % PS	Fração Org. % PS	Fração Inorg. % PS
Novembro	1E	94,83	0,03	11,89	0,92	99,08
	2E	97,86	0,05	2,1	2,24	97,76
	3E	97,55	0,07	2,38	1,73	98,27
	4E	99,5	0,06	0,44	0,59	99,41
	5E	87,95	0,16	11,89	4,99	95,01
	6E	92,2	0,17	7,63	1	99
	7E	26,92	0,64	72,44	33,62	66,38

	Ponto	Areia Total % Ps	Silte % PS	Argila % PS	Fração Org. % PS	Fração Inorg. % PS
Abril	2D	7,48	1,37	91,15	18,2	81,8
	3D	56,65	0,67	42,68	12,63	87,37
	4D	10,25	1,73	88,02	21,44	78,56
	5D	53,62	0,78	45,60	8,12	91,88
	6D	35,81	1,09	63,1	8,83	91,17
	7D	12,66	1,41	85,93	7,95	92,05
	8D	66,22	1,28	32,5	7,58	92,42

	Ponto	Areia Total % Ps	Silte % PS	Argila % PS	Fração Org. % PS	Fração Inorg. % PS
Novembro	2D	6,52	1,98	91,5	18,78	81,22
	3D	39,68	1,16	59,16	9,53	90,47
	4D	48,53	1,07	50,4	6,27	93,73
	5D	93,14	0,08	6,78	2,03	97,97
	6D	8,13	0,76	91,11	7,36	92,64
	7D	3,96	1,65	94,39	13,92	86,08
	8D	8,14	1,46	90,4	12,91	87,09

	Ponto	Areia Total % Ps	Silte % PS	Argila % PS	Fração Org. % PS	Fração Inorg. % PS
Abril	2C	41,6	0,86	57,54	14,01	85,99
	3C	23,32	1,1	75,58	6,91	93,09
	4C	58,98	0,51	40,51	5,95	94,05
	5C	12,41	1,32	86,27	7,53	92,47
	6C	25,42	1,77	72,81	8,09	91,91
	7C	79,24	0,27	20,49	3,35	96,65

	Ponto	Areia Total % Ps	Silte % PS	Argila % PS	Fração Org. % PS	Fração Inorg. % PS
Novembro	2C	13,9	1,46	84,65	7,45	92,55
	3C	97,9	0,11	1,99	0,48	99,52
	4C	9,64	1,61	88,75	10,22	89,78
	5C	16,15	1,41	82,38	7,78	92,22
	6C	11,32	0,86	87,82	5,42	94,58
	7C	24,38	1,3	74,32	5,53	94,47

FOTOS DE ESTRUTURAS CEFÁLICAS DOS CHIRONOMIDAE DE RELEVÂNCIA NA IDENTIFICAÇÃO
TAXONÔMICA

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Polypedilum* (Asheum)
Fotografia em microscópio óptico (aumento 400 X)
A) Mandíbula
B) Dentes do mento
C) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Ablabesmyia*
Fotografia em microscópio óptico (aumento 254 X)
A) Dentes da ligula
B) Paralígula

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Caladomyia*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Mandíbula
 B) Dentes do mento
 C) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Chironomus*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Mandíbula
 B) Dentes do mento
 C) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Cladopelma*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Dentes do mento
 B) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Coelotanypus*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Dentes da lígula
 B) Paralígula

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Cryptochironomus*
Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)

- A) Pré-mandíbula
- B) Dentes do mento
- C) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Djalmabatista*
Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)

- A) Dentes da lígula
- B) Paralígula

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Fissimentum*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 400 X)
 A) Dentes do mento
 B) Mandíbula

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Goeldchironomus*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Mandíbula
 B) Dentes do mento

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Harnischia*

Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)

A) Dentes do mento (medianos mais claros)

B) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Labrundinia*

Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)

A) Dentes da lígula

B) Paralígula

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Nilothauma*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Mandíbula
 B) Dentes do mento
 C) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Nimbocera*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Mandíbula
 B) Dentes do mento
 C) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Parachironomus*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Placa ventromental
 B) Dentes do mento
 C) Mandíbula

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Polypedilum*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Dentes do mento
 B) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Tanytarsini *Gen. C*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630 X)
 A) Mandíbula
 B) Dentes do mento
 C) Placa ventromental

Morfologia da cápsula cefálica de Chironomidae: Gênero *Tanytarsus*
 Fotografia em microscópio óptico (aumento 630x)
 A) Dente do mentomediano trifido (claro)
 B) Placa ventromental