

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 01 / 02 / 01

Ass: *[Handwritten Signature]*

AS MACRÓFITAS AQUÁTICAS DA REGIÃO LITORÂNEA DE  
TRÊS LAGOAS LATERAIS AO RIO PARANAPANEMA NA  
ZONA DE SUA DESEBOCADURA NA REPRESA DE  
JURUMIRIM (SÃO PAULO)

Mara Lúcia Rodrigues Costa

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

ORIENTADOR: Prof. Dr. Raoul Henry

DEDALUS - Acervo - EESC



31100017126

São Carlos  
2000



Class. TESE-EESC  
Cutt. 1678  
Tombo T0052101

31100017126

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

1133406

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

C837m Costa, Mara Lúcia Rodrigues  
As macrófitas aquáticas da região litorânea de três lagoas laterais ao Rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa de Jurumirim (São Paulo) / Mara Lúcia Rodrigues Costa. -- São Carlos, 2000.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.  
Área: Ciências da Engenharia Ambiental.  
Orientador: Prof. Dr. Raoul Henry.

1. Macrófitas aquáticas. 2. Ecótono.  
3. Distribuição. 4. Lagos. I. Título.

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidata: Licenciada **MARA LUCIA RODRIGUES COSTA**

Dissertação defendida e aprovada em 01-12-2000  
pela Comissão Julgadora:



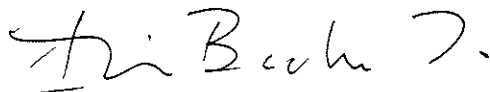
---

Prof. Titular **RAOUL HENRY (Orientador)**  
(UNESP - Campus de Botucatu)



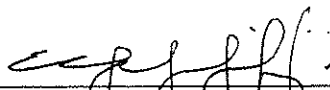
---

Prof. Doutor **SIDINEI MAGELA THOMAZ**  
(Universidade Estadual de Maringá - UEM)



---

Prof. Doutor **IRINEU BIANCHINI JÚNIOR**  
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



---

Prof. Doutor **EVALDO LUIZ GAETA ESPÍNDOLA**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Ciências da Engenharia Ambiental



---

**JOSÉ CARLOS A. CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

"O esforço é grande e o homem é pequeno,  
A alma é divina e a obra imperfeita ...  
Que, da obra ousada, é minha a parte  
feita: O por-fazer é só com Deus....."  
(Fernando Pessoa - Mensagem)

"Gostaria de ser um crocodilo porque amo  
os grandes rios, pois são profundos como a  
alma de um homem. Na superfície são  
vivazes e claros, mas nas profundezas são  
tranqüilos e escuros como o sofrimento  
dos homens."  
(João Guimarães Rosa )

Aos meus pais, João e Amélia, meus irmãos: João Marcílio, Margarete, Zilene, e Marcelo. À minha grande paixão Felipe, que na sabedoria dos seus nove anos, foi a minha grande inspiração e à minha adorada avó Tereza, dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Pela realização e conquista deste trabalho, venho expressar os meus mais sinceros agradecimentos:

Ao grande Pai, pelo majestoso e silencioso resgate da infinita inteligência em finitas manifestações.

Ao Prof. Dr. Raoul Henry, pela sua orientação segura, paciente; pelo seu apoio sincero e amistoso, e por ter me apresentado o maravilhoso "universo" das macrófitas aquáticas.

Ao Prof. Dr. Sidinei Magela Thomaz e Prof. Dr. Irineu Bianchini Jr., pela atenção e valiosas sugestões que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

À Valéria de Oliveira Fernandes, minha grande amiga, que é a maior responsável pela minha descoberta do "maravilhoso mundo da limnologia", pelo forte estímulo e sem a qual este momento não seria possível.

Ao técnico e amigo Hamilton Rodrigues, por ter colaborado nas coletas e análises de laboratório e tornado esses momentos muitas vezes cansativos, em momentos agradáveis.

Ao departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu, nas pessoas dos funcionários e professores, pela recepção e pela infraestrutura onde foram realizadas todas as análises desta pesquisa.

Ao departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu, pelo uso de sua infraestrutura. Dentro deste, ao Prof. Dr. Ayrton Amaral Junior e à Dr<sup>a</sup> Joalice de Oliveira Mendonça, pela identificação das macrófitas aquáticas

Ao CRHEA, pela recepção calorosa e solícita dos seus professores e funcionários.

Aos amigos Ana e Luiz, pela força e o carinho no decorrer deste empreendimento;  
À Laís e Carmem, pela solidariedade, à D. Ema e a Rosa pelos maravilhosos almoços.

À Fernanda, Eva, Celina, Patrícia, Val, Tony "Bonitão", Reginaldo, Müller "Tigrão", Rosângela, Clóvis "maninho", Victor, Maumau, Ricardinho, Gisele, Andréia, Rita, Corina, Esperanza, Pinzon, Paulino, Obede, Juliana, Eriquinha, Iracema, Najila, Adeílido, Silvia e Orlando Fatibello, Valdir, Simone, Jucélia e David pela convivência e amparo.

Ao meu adorável cunhado, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos colegas de Botucatu, pelo apoio profissional.

À amiga Juliane Milagres pelas sugestões valiosas e auxílio na montagem da apresentação desde trabalho.

Em especial:

À Rosana Hamed, por seu carinho, atenção e alegria nas horas mais difíceis.

Às amigas Paula Renata, Cleide, Niura e Camilinha pela união fraternal em momentos de desafeto humano.

À Patrícia Falco, pelo amparo e carinho no decorrer desde trabalho.

À FAPESP, através do Projeto Temático "Biodiversidade, estrutura das comunidades e processos ecológicos na zona de ecótono rio/lago: um estudo na região de desembocadura do Rio Paranapanema na Represa de Jurumirim" aprovado pela FAPESP (Proc. 97/04999-8) e pela bolsa concedida e suporte financeiro para o projeto (Proc. Nº 98/01721-1).

Lembrando que:

Cada gota de água é essencial para a existência dos rios, que desembocarão em grandes mares.

Agradeço então, a todos, os indícios de união. Que Deus abençoe a todos nós!

## SUMÁRIO:

|   |     |
|---|-----|
| Lista de Figura.....  | i   |
| Lista de Tabela.....  | ii  |
| Resumo.....   | iv  |
| Abstract.....   | v   |
| Introdução.....   | 1   |
| Revisão da Literatura.....  | 3   |
| Objetivos Específicos.....  | 10  |
| Área de Estudo.....   | 11  |
| Materiais e Métodos.....  | 13  |
| Resultados.....   | 22  |
| Características Físicas e Químicas da água.....   | 22  |
| Características Físicas e Químicas do sedimento.....  | 38  |
| Análise de Grupamento.....  | 49  |
| Análise de componentes principais.....  | 51  |
| Biomassa das macrófitas aquáticas.....  | 56  |
| Análise de Variância para a biomassa de <i>Eichhornia azurea</i> .....                          | 70  |
| Composição química das espécies de macrófitas aquáticas.....                                    | 70  |
| Análise de variância da composição química da macrófita aquática <i>Eichhornia azurea</i> ..... | 82  |
| Diversidade.....  | 87  |
| Área Foliar da macrófitas aquáticas.....  | 91  |
| Discussão.....  | 96  |
| Conclusão.....  | 117 |
| Referência Bibliográfica.....   | 119 |



## LISTA DE FIGURAS:

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1- Distribuição de algumas espécies de macrófitas aquáticas..... | 12 |
| FIGURA 2- Locais de coleta.....   | 14 |
| FIGURA 3- Profundidade das lagoas.....                                  | 22 |
| FIGURA 4- Extensão dos "estandes" das macrófitas aquáticas.....         | 24 |
| FIGURA 5- Transparência da água.....                                    | 25 |
| FIGURA 6- Nível da água.....  | 27 |
| FIGURA 7- Material em Suspensão.....                                    | 28 |
| FIGURA 8- Oxigênio Dissolvido.....                                      | 29 |
| FIGURA 9- Condutividade Elétrica.....                                   | 31 |
| FIGURA 10- pH.....  | 33 |
| FIGURA 11- Alcalinidade.....  | 34 |
| FIGURA 12- Nitrogênio total na água.....                                | 36 |
| FIGURA 13- Fósforo total na água.....                                   | 37 |
| FIGURA 14- Porcentagem de nitrogênio no sedimento.....                  | 39 |
| FIGURA 15- Porcentagem de fósforo no sedimento.....                     | 40 |
| FIGURA 16- Porcentagem de Areia.....                                    | 42 |
| FIGURA 17- Porcentagem de Argila.....                                   | 43 |
| FIGURA 18- Porcentagem de Silte.....                                    | 45 |
| FIGURA 19- Porcentagem do conteúdo de água no sedimento.....            | 46 |
| FIGURA 20- Porcentagem de matéria orgânica no sedimento.....            | 47 |
| FIGURA 21- Dendrograma do sedimento.....                                | 49 |
| FIGURA 22- Dendrograma da água.....                                     | 50 |
| FIGURA 23- PCA do sedimento.....  | 52 |
| FIGURA 24- PCA da água.....   | 53 |
| FIGURA 25-PCA da água.....  | 54 |
| FIGURA 26- Biomassa macrófitas aquáticas lagoa do Camargo PS.....       | 59 |
| FIGURA 27- Biomassa macrófitas aquáticas lagoa do Camargo PC.....       | 60 |
| FIGURA 28- Biomassa macrófitas aquáticas lagoa do Coqueiral PS.....     | 64 |
| FIGURA 29- Biomassa macrófitas aquáticas lagoa do Coqueiral PC.....     | 65 |
| FIGURA 30 - Biomassa macrófitas aquáticas lagoa dos Cavalos PS.....     | 68 |
| FIGURA 31- Biomassa macrófitas aquáticas lagoa dos Cavalos PC.....      | 69 |
| FIGURA 32- Diversidade e Uniformidade lagoa do Camargo.....             | 88 |
| FIGURA 33- Diversidade e Uniformidade lagoa do Coqueiral.....           | 89 |
| FIGURA 34- Diversidade e Uniformidade lagoa dos Cavalos.....            | 90 |
| FIGURA 35- Diversidade e Uniformidade entre as lagoas.....              | 90 |
| FIGURA 36- Heterogeneidade lagoa do Camargo.....                        | 94 |
| FIGURA 37- Heterogeneidade lagoa do Coqueiral.....                      | 95 |
| FIGURA 38- Heterogeneidade lagoa dos Cavalos.....                       | 94 |

## LISTA DE TABELAS:

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1- Análise de variância profundidade.....                            | 23 |
| TABELA 2- Teste de Duncam profundidade.....                                 | 23 |
| TABELA 3- Anova extensão dos estandes de macrófitas aquáticas .....         | 24 |
| TABELA 4- Teste de Duncam dos estandes de macrófitas aquáticas.....         | 24 |
| TABELA 5- Anova para transparência da água.....                             | 26 |
| TABELA 6- Anova para material em suspensão .....                            | 28 |
| TABELA 7- Anova para oxigênio dissolvido.....                               | 30 |
| TABELA 8- Teste de Duncam para Oxigênio Dissolvido.....                     | 30 |
| TABELA 9- Anova para condutividade elétrica.....                            | 32 |
| TABELA 10- Teste de Duncam para condutividade elétrica.....                 | 32 |
| TABELA 11- Anova para pH.....   | 33 |
| TABELA 12- Anova para alcalinidade .....                                    | 34 |
| TABELA 13- Teste de Duncam para alcalinidade.....                           | 35 |
| TABELA 14- Anova para nitrogênio na água.....                               | 36 |
| TABELA 15- Teste de Duncam para nitrogênio na água.....                     | 36 |
| TABELA 16- Anova para fósforo na água.....                                  | 38 |
| TABELA 17- Teste de Duncam para fósforo na água .....                       | 38 |
| TABELA 18- Anova para % de nitrogênio no sedimento.....                     | 39 |
| TABELA 19- Teste de Duncam para % de nitrogênio no sedimento.....           | 40 |
| TABELA 20- Anova para a % de fósforo no sedimento.....                      | 41 |
| TABELA 21- Teste de Duncam para a % de fósforo no sedimento.....            | 41 |
| TABELA 22- Anova para a % e areia.....                                      | 42 |
| TABELA 23- Teste de Duncam para a % de areia.....                           | 43 |
| TABELA 24- Anova para a % de argila .....                                   | 44 |
| TABELA 25- Teste de Duncam para % de argila.....                            | 44 |
| TABELA 26- Anova para a % de silte.....                                     | 45 |
| TABELA 27- Teste de Duncam para a %de silte.....                            | 46 |
| TABELA 28- Anova para a % de conteúdo de água.....                          | 47 |
| TABELA 29- Anova para a % de matéria orgânica.....                          | 48 |
| TABELA 30- Teste de Duncam para a % de matéria orgânica.....                | 48 |
| TABELA 31- Loadings dos componentes principais do sedimento.....            | 52 |
| TABELA 32- Loadings dos componentes principais da água.....                 | 55 |
| TABELA 33- Biomassa das macrófitas aquáticas lagoa do Camargo PS.....       | 57 |
| TABELA 34- Biomassa das macrófitas aquáticas lagoa do Camargo PC.....       | 58 |
| TABELA 35- Biomassa das macrófitas aquáticas lagoa do Coqueiral PS.....     | 62 |
| TABELA 36- Biomassa das macrófitas aquáticas lagoa do Coqueiral PC.....     | 63 |
| TABELA 37- Biomassa das macrófitas aquáticas lagoa dos Cavalos PS.....      | 67 |
| TABELA 38- Biomassa das macrófitas aquáticas lagoa dos Cavalos PC.....      | 67 |
| TABELA 39- Anova para a biomassa de Eichhornia azurea.....                  | 70 |
| TABELA 40- Composição química da macrófitas lagoa do Camargo PS.....        | 71 |
| TABELA 41- Composição química da macrófitas lagoa do Camargo PC.....        | 72 |
| TABELA 42- Estoque de nutrientes das macrófitas na lagoa do Camargo PS..... | 73 |

|  |    |
|--|----|
| TABELA 43- Estoque de nutrientes das macrófitas lagoa do Camargo PC.....         | 74 |
| TABELA 44- Composição química da smacrófitas lagoa do Coqueiral PS.....          | 75 |
| TABELA 45- Composição química das macrófitas lagoa do Coqueiral PC.....          | 76 |
| TABELA 46- Estoque de nutrientes das macrófitas aquáticas lagoa do Coq. PS.....  | 77 |
| TABELA 47- Estoque de nutrientes das macrófitas aquáticas lagoa do Coq. PC ..... | 78 |
| TABELA 48- Composição química das macrófitas lagoa dos Cavalos PS.....           | 79 |
| TABELA 49- Composição química das macrófitas lagoa dos Cavalos PC.....           | 80 |
| TABELA 50- Estoque de nutrientes das macrófitas na lagoa dos Cavlaos PS.....     | 81 |
| TABELA 51- Estoque de nutrientes das macrófitas na lagoa dos Cavalos PC.....     | 82 |
| TABELA 52- Anova para nitrogênio da planta.....                                  | 83 |
| TABELA 53- Teste de Duncam para o nitrogênio da planta nas lagoas.....           | 83 |
| TABELA 54- Teste de Duncam para o nitrogênio da planta nos períodos.....         | 84 |
| TABELA 55- Anova para o fósforo da planta.....                                   | 84 |
| TABELA 56- Teste de Duncam para o fósforo da planta nas lagoas.....              | 84 |
| TABELA 57- Teste de Duncam para o fósforo da planta nos períodos.....            | 85 |
| TABELA 58- Anova para o carbono da planta.....                                   | 85 |
| TABELA 59- Teste de Duncam para o carbono das plantas nas lagoas.....            | 85 |
| TABELA 60- Teste de Duncam para o carbono das plantas nos períodos.....          | 86 |
| TABELA 61- Anova para o estoque de nitrogênio na planta.....                     | 86 |
| TABELA 62- Anova para o estoque de fósforo na planta .....                       | 87 |
| TABELA 63- Anova para o estoque de carbono na planta.....                        | 87 |
| TABELA 64- Área dos pecíolos de <i>Eichhornia azurea</i> .....                   | 93 |
| TABELA 65- Índice de área foliar.....  | 93 |

## RESUMO

O presente trabalho compara em duas épocas do ano, período seco (Agosto/98) e chuvoso (Fevereiro/99), a diversidade, a biomassa, e a composição química das espécies de macrófitas aquáticas, através das análises de fósforo, nitrogênio e carbono em três zonas litorâneas de 3 lagoas com diferentes graus de conexão com o rio Paranapanema na zona de desembocadura na represa de Jurumirim (SP). A heterogeneidade em diferentes pontos do ecótono é mostrada através da análise qualitativa das espécies de macrófitas aquáticas. As áreas de estudo, focalizando alguns aspectos físicos e químicos da água e do sedimento na zona de transição terra-água, foram descritas. O principal objetivo foi verificar diversidade de espécies de macrófitas aquáticas, as zonas de contato terra-água

Amostras de água, sedimento e plantas, foram coletadas em três lagoas (Camargo, Coqueiral e Cavalos), e em cada uma três transeções perpendiculares à região litorânea.

Foi encontrado um padrão de variação temporal nas lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos para algumas variáveis: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, alcalinidade, fósforo e nitrogênio na água e sedimento, argila, silte e matéria orgânica do sedimento. No período seco, os valores de condutividade elétrica e alcalinidade nas lagoas do Camargo e Coqueiral foram em média maiores que na lagoa dos Cavalos. Nesta os valores de nitrogênio da água foram maiores, em relação as outras duas. No período chuvoso, os maiores valores de oxigênio dissolvido, ocorreram nas lagoas do Camargo e Coqueiral. Contudo, a condutividade elétrica, alcalinidade, fósforo e nitrogênio da água foram maiores na lagoa dos Cavalos. A porcentagem de nitrogênio, fósforo, argila e silte no sedimento foi maior nas lagoas do Camargo e Coqueiral. Com relação à biomassa das plantas aquáticas, no período seco foram verificados os maiores valores. Porém, a diversidade de plantas foi maior no período chuvoso.

Palavras-chave: macrófitas aquáticas, ecótono, distribuição, lagos.

**ABSTRACT:**

This study compares the diversity, biomass and chemical composition of aquatic macrophytes in a dry (August/98) and a rainy (February/99) season. The comparisons were accomplished through phosphorus, nitrogen and carbon analysis in the littoral zone of three lateral lagoon with different degrees of connectivity with Paranapanema river in its discharge zone Jurumirim reservoir. The heterogeneity at the different ecotones is shown by the aquatic macrophytes species qualitative analysis. The study areas were described, considering some physical and chemical factors of the water, and of the sediment.

Water, sediment and plant samples were collected at each one the three transects perpendicular to the littoral region of the lagoon (Camargo, Coqueiral and Cavalos).

A temporal variation pattern at the Camargo, Coqueiral and Cavalos was observed for some variables such as: dissolved oxygen, electrical conductivity, alkalinity, phosphorus and nitrogen at the water, and clay, silt and organic matter of the sediment. At the dry season, the electrical conductivity, alkalinity at the Camargo and Coqueiral were in general higher than at the Cavalos lakes. In this lagoon, the concentrations of nitrogen in the water higher in relation to the two others. At the rainy season, the higher values of dissolved oxygen occurred at Camargo and Coqueiral lagoon. The nitrogen, phosphorus, clay and silt in the sediment were higher in the Camargo and Coqueiral lagoon. Regarding the aquatic plant biomasses, the higher values were observed in the dry season. However, the plant diversity was higher in the rainy season.

**Key-words:** macrophytes, ecotone, distribution, lagoon.

## INTRODUÇÃO

A investigação do papel das macrófitas aquáticas na interface aquático/terrestre é de extrema importância, pois estas plantas participam de vários processos dentro do ecossistema aquático.

Como ocupam interfaces-chaves dentro do ecossistema aquático/terrestre, desde faixas terrestres até ambientes verdadeiramente aquáticos, contribuem, por meio de processos como a decomposição, para a liberação de nutrientes para a água e o sedimento, interferindo na ciclagem dos elementos químicos dentro dos compartimentos destes sistemas.

Além disso, as macrófitas aquáticas fazem parte da cadeia de herbivoria e de detritos; atuam como substrato de algas e bactérias epifíticas e são habitat para muitos invertebrados.

Como apresentam grande plasticidade, estes vegetais colonizam diferentes ambientes. Nos lagos, em área relativamente pequena e de pouca profundidade, apresentam uma diversidade maior na faixa litorânea. Esta distribuição limitada, determina uma maior produção de matéria orgânica neste compartimento. Contribuem assim, de maneira considerável para a regulação do metabolismo límnic, como a produtividade primária e o fluxo de energia através dos diferentes níveis tróficos.

Para investigar o papel e a relevância das macrófitas aquáticas no ecossistema aquático, é preciso estudar a variação de sua biomassa; a sua composição química; medir as taxas de decomposição e relacionar as condições locais (água e sedimento) com características desta comunidade, pois elas refletem em parte as mudanças que ocorrem no ambiente.

É de extrema importância a compreensão do papel das macrófitas aquáticas nos diferentes ambientes, especialmente quando há o predomínio de uma espécie cuja fronteira de abrangência sinaliza os limites de distribuição de muitas outras espécies, podendo indicar, assim, alterações na estrutura e no funcionamento do ecossistema estudado.

O presente trabalho tem como objetivo principal verificar a diversidade de espécies de macrófitas aquáticas, em três lagoas laterais no rio Paranapanema, além de contribuir para o entendimento dos processos desta comunidade e comparar com informações de estudos das comunidades de macrófitas de regiões temperadas.

## REVISÃO DA LITERATURA

### ECÓTONO

Por décadas os ecologistas e outros cientistas têm demonstrado um grande interesse na transição espacial de uma comunidade biológica para outra. Segundo ODUM (1990), originalmente o conceito de ecótono proposto em 1905 por Clements, refere-se a uma zona de transição entre duas comunidades. Em 1933, Leopold fez uma modificação incluindo o efeito de borda, no qual o número de indivíduos e espécies dentro do ecótono muitas vezes parece ser maior que nos ecossistemas adjacentes.

Mais recentemente o conceito de ecótono tem envolvido aspectos espaciais e temporais (GOSZ 1993) e de seu papel como filtro de espécies e materiais (PINAY *et al.* 1990, DÉCAMPS 1993 e KOLASA *et al.* 1995 ).

De acordo com RISSER (1990), um enfoque sobre a dinâmica do ecótono, que envolve movimento de materiais orgânicos e nutrientes, conteúdo de matéria orgânica, técnicas de gerenciamento, descrição de modelos matemáticos sobre as escalas espaciais, tem permitido uma evolução do conceito de ecótono e da importância deste como componente funcional da biosfera. Segundo este autor, para uma definição mais adequada do ecótono, é preciso que se incorpore dois aspectos importantes; primeiro, um ecótono não é uma simples zona estática entre duas comunidades mas sim uma zona dinâmica que sofre mudanças ao longo do tempo; segundo, não podem ser considerados entidades únicas, isoladas dos processos que ocorrem na paisagem, sendo necessário considerá-los parte integral da mesma.

Um grupo internacional de cientistas patrocinado pela International Council of Scientific Unions (ICSU), Scientific Committee on Problems of Environment (SCOP) e a UNESCO Man and Biosphere (MAB) Program, desenvolveu uma nova definição de ecótono: "uma zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes, com uma série de características unicamente definidas por uma escala temporal e espacial, com fortes interações com os sistemas ecológicos adjacentes" (NIELSON, 1993).



Os ecótonos, segundo DÉCAMPS & NAIMAN (1990), incluem florestas ripárias, áreas alagadas marginais, zona litoral dos lagos, lagos de planície de inundação, florestas e áreas com trocas significativas entre águas subterrâneas e superficiais.

Segundo PINAY *et al.* (1990), as zonas de transição constituem um limite físico entre duas partes. Os ecótonos, não se restringem somente a estas zonas, mas são áreas de interações dentro de dois ou mais sistemas adjacentes.

LACHAVANNE (1997) sugere uma distinção entre zona de transição e ecótono. Neste caso as zonas de transição são caracterizadas por situações que separam dois habitats adjacentes (domínio vertical): solos/ar, sedimento/água e água/ar caracterizados por uma dramática variabilidade. Os ecótonos, são caracterizados pela separação de duas partes adjacentes (domínio horizontal): níveis espaciais e temporais diferentes e limitados por amplas zonas de transição (gradientes) entre os ecossistemas aquáticos e terrestres. Assim, as zonas de transição entre os ecossistemas aquáticos e terrestre, podem ser consideradas a borda de dois ecossistemas e são uma entidade individualizada, caracterizada por uma estrutura espacial e um modo de operação condicionado pela conexão terra-água.

Condições químicas e físicas extensas e gradientes biológicos, em zonas de transição limitadas espacialmente, modificam os fluxos de água, materiais (sedimento e nutrientes), energia e de organismos entre os sistemas ecológicos em escalas temporais e espaciais variáveis (NAIMAN *et al.* 1988).

Um programa de colaboração internacional em pesquisas sobre o papel do ecótono UNESCO-MAB, reconheceu três peculiaridades dos ecótonos terra-água (NAIMAN *et al.* 1988.):

- a participação do ecótono na manutenção local, regional e global da diversidade biológica;
- a ação do ecótono como filtro ecológico nos fluxos (matéria, energia e organismos) entre os ecossistemas aquáticos e terrestres;
- o seu possível efeito na estabilidade dos sistemas ecológicos.

As fronteiras entre corpos d'água (lagos, reservatórios) e as partes terrestres adjacentes têm um importante papel na união dos ecossistemas terrestres e aquáticos. Muitas estruturas e processos específicos do ecótono são característicos das áreas de fronteira dos corpos d'água. Incluem características químicas e físicas específicas,

assim como a ocorrência de comunidades peculiares de plantas e animais e seus processos biológicos associados. Dada a heterogeneidade deste habitat, tem-se a oportunidade para testar muitos conceitos ecológicos, assim como mitigar as mudanças adversas dos sistemas aquáticos.

Os ecótonos também são importantes para determinar e controlar os processos ecológicos nas paisagens. Influenciam os fluxos de energia e nutrientes entre as partes adjacentes dos ecossistemas (NAIMAN *et al.* 1988, PIECZYNSKA, 1990).

As zonas de transição são elementos estruturais que modelam afinidades funcionais entre sistemas ecológicos através de múltiplas escalas. Do ponto de vista da evolução, a zona de transição facilita o isolamento, a adaptação e a especiação. Sob a perspectiva ecológica esta zona, facilita a segregação de nichos entre as espécies e suas fases de vida (WARD, 1998).

Segundo RISSER (1990), os ecótonos em água doce formados ao longo de um corredor fluvial, são importantes para a manutenção da diversidade biótica. As características estruturais do ecótono, as interações das espécies com as unidades ecológicas adjacentes, regulam a composição da comunidade e a dinâmica das populações.

As forças dessas interações, variam muito nas escalas espaciais e temporais e parecem ser controladas por contrastes dos recursos entre as unidades ecológicas adjacentes. As zonas de transição, são análogas a membranas semi-permeáveis que regulam os fluxos de matéria e energia entre as unidades ecológicas adjacentes. As características desta zona, que incluem elevada abundância de alguns recursos, pontos controladores de fluxo de energia e matéria, uma alta diversidade biológica relativa, locais de refúgio de muitas espécies, refletem a importância desta zona para a compreensão dos sistemas ecológicos (NAIMAN *et al.*, 1988).

As características específicas dos ecótonos terra-água podem derivar de intensas interações entre os três ambientes fundamentais que compõem este ecótono (água-solo-atmosfera). Estas relações múltiplas variam no tempo e no espaço e conferem a estes ecótonos uma estrutura espacial, um modo de operação e evolução que condicionam a biodiversidade. Os regimes de inundação e seca e sua periodicidade em rios e lagos são distúrbios ambientais que mantêm uma heterogeneidade temporal e espacial, afetando a biodiversidade.

Dentro de certos limites espaciais e funcionais, os ambientes mais complexos e heterogêneos, têm uma alta diversidade de espécies. O nível da biodiversidade é determinado por fatores externos (condições climáticas, carga de nutrientes, etc) e por mecanismos internos frágeis que incluem capacidade de tolerância e interrelações bióticas (LACHAVANNE, 1997).

CARNEY (1997) discute a importância da biodiversidade nos ecótonos terra-água das paisagens de regiões tropicais. Para ele, maiores taxas de mudanças ocorrem nestas áreas, pois há um predomínio de áreas rurais que se desenvolvem próximas ao ecótono terra-água, utilizando seus recursos e provocando uma degradação da diversidade destas regiões. Segundo o autor, muitas das espécies destes locais ainda não foram descritas, e o impacto humano causa mudanças significativas nestas áreas. Ele sugere que técnicas de mapeamento, amostragens e monitoramento sejam implementados por longos períodos, para uma prática criteriosa da conservação destes ecótonos. Comparando lagos de zonas temperadas e tropicais nota-se que a área do ecótono tem uma biodiversidade muito maior. Por exemplo, no Lago Titicaca, cerca de 67,8% das espécies estão presentes no ecótono, no lago Baikal, a região do ecótono tem 84,3% das espécies.

Os ecótonos podem desempenhar um papel ativo nas medições dos fluxos que afetam os processos nos sistemas que eles dividem. Estes fluxos podem não ser importantes para o bioma, mas podem ser decisivos para o ecossistema e a dinâmica das paisagens (JONHNSTON, 1993).

Outro ponto que se pode ressaltar com relação à importância do ecótono, diz respeito as mudanças climáticas globais.

Segundo NIELSON (1993), os ecótonos podem responder às mudanças climáticas de forma gradual. Estas transformações graduais, são evidentes nos processos demográficos (organização da população), enquanto que mudanças catastróficas, são evidentes nas funções e processos dos ecossistemas (água e nutrientes). As mudanças climáticas muitas vezes impõem uma justaposição extrema de clima, por exemplo, frio extremo justaposto com seca extrema. Um ecótono que está no centro destes múltiplos estresses, força as plantas a desenvolver condições de sobrevivência, no contexto de sua história de vida e limitações fisiológicas.

A criação e manutenção dos ecótonos são, em geral controladas por processos extrínsecos e intrínsecos. Áreas alagadas, planícies de inundação, borda de lagos, são ecótonos muitas vezes formados por processos hidrológicos de grande escala como, enchente de rios e mudanças sazonais dos níveis dos lagos dentre outros (ODUM 1990).

SALO (1990) chama a atenção para os processos de criação de ecótono terra-água em ambientes fluviais. Segundo o autor, estes ecótonos são criados pela erosão e acumulação do sedimento ao longo de um corredor fluvial. Este sedimento sofre processos biogênicos e pedogênicos por longos períodos. O autor, relata que processos geomórficos criam zonas limites entre o corpo d'água e a terra. Esses limites geomórficos podem ser classificados com base no seu arranjo espacial. O fator externo por trás destes eventos, em muitos casos, são placas tectônicas e subsequentes processos de origem e formação das bacias de deposição. Com base nisto, ele propõe uma classificação dos processos sedimentares que envolvem a dinâmica espaço-temporal de deposição dos fragmentos de terra. Assim, tem-se os megaprocessos do relevo terrestre (placas tectônicas e mudanças climáticas) que afetam a evolução biótica pela criação dos ecótonos terra-água, promovendo uma diferenciação biológica.

Macroprocessos alteram as grandes bacias dos rios, afetando as áreas de deposição, resultando em transformações nos processos do regime hidrológico, planícies de inundação, na geometria e nas características do canal do rio. Isto modifica a história e as estratégias de vida das comunidades, especialmente nas áreas tropicais. Mesoprocessos têm seu maior impacto biológico na estratégia de colonização, sucessão primária e zonação, em fragmentos recentes criados pela deposição do sedimento e na sucessão secundária dos locais de depósito associados com rios meândricos e a formação de leitos dos rios. Microprocessos atuam em escalas fluviais, geralmente de regime anual, gerando fragmentos edáficos de vida curta e promovendo a dinâmica de colonização das plantas anuais.

Estes aspectos da formação e criação de ecótonos terra-água são importantes uma vez que o relevo interfere na zona de transição terra-água.

WETZEL (1990), discute a influência do relevo na zona de transição terra-água. Segundo este autor, uma grande porcentagem das águas continentais é plana ou dominadas por baixos relevos. Assim, a água corre das áreas mais elevadas para os lagos, ou canais de rios, penetrando nestas regiões de maneira direta por um pequeno

gradiente de fluxo, o que muitas vezes acarreta numa inundação. Os solos inundados e saturados destas áreas mudam quase que imediatamente para uma condição redutora (anóxia). Com isso o fluxo de nutrientes, taxas de decomposição, metabolismo e interações das comunidades de plantas são marcadamente alterados.

As condições de redução são quimicamente nocivas para a biota. Entretanto, plantas adaptadas às condições de redução conseguem utilizar melhor os recursos essenciais à sua sobrevivência, pois a competição é reduzida, com isso a comunidade de plantas da zona litoral tem altas taxas de síntese de matéria orgânica. A capacidade metabólica da biota desta zona de transição terra-água é enorme e os seus efeitos controlam fluxos biogeoquímicos e energéticos dentro das águas lênticas ou lóticis. Estas áreas funcionam como uma "esponja física", absorvendo a matéria orgânica da zona litoral.

De acordo com RASPOPOV (1996), a estrutura da zona litoral depende das características geológicas, morfológicas, hidrológicas e da hidrodinâmica do lago.

Segundo KOLASA *et al.* (1995), a zona de transição entre ecossistemas, como a de um lago por exemplo, está longe de ter uma existência uniforme. Esta zona pode ser representada por uma linha contínua entre dois habitats adjacentes. Mas na realidade esta, é uma zona que tem uma complexidade espacial, que tem no mínimo dois aspectos, a sinuosidade e a resolução. A sinuosidade refere-se à posição de contorno da zona de transição e à fragmentação. Ela aumenta quando o comprimento total do ecótono relativo para ambos os habitats aumenta, quando a largura do ecótono aumenta e quando ocorrem mudanças na natureza do ecótono. A resolução identifica a escala espacial do ecótono.

Segundo DÉCAMPS & NAIMAN (1990), respostas a questões "Como é identificado um ecótono?" "Quais são as características do ecótono que podem ser reconhecidas ou manipuladas?", podem ser obtidas a partir do momento que são consideradas as perspectivas de escalas múltiplas e de mudanças no espaço e no tempo. Considerando que certas paisagens são organizadas em mosaicos e que estes são mais ou menos conectados, a escolha de escalas é muito crítica, pois os ecótonos de áreas alagadas, por exemplo, apresentam fronteiras grandes e complexas, e nestas paisagens ocorrem diferenças entre os microclimas, exigindo uma escala mais fina.

De acordo com NIELSON (1990) e BRETSCJKO (1995), as escalas são importantes, pois elas sugerem que o tamanho dos fragmentos homogêneos diminui e que a variedade destes fragmentos aumenta. Como os fragmentos homogêneos são pequenos e mais limitados, próximos ao ecótono, eles aumentam a proporção das mudanças na composição das espécies e aumenta diversidade  $\beta$ . As formas de vida dos lados opostos do ecótono produzem uma flora diferente dos microsítios, e isto engrandece a riqueza dos fragmentos, e a diversidade  $\gamma$  aumenta no ecótono. A riqueza de espécies dentro dos fragmentos, isto é, a diversidade  $\alpha$  pode ou não mudar substancialmente com a diminuição destes fragmentos.

Os tipos tradicionais de estudo de ecótono incluem os fragmentos embutidos do bioma e ecótono. A inclusão de níveis adicionais (o ecótono a nível de bioma, de paisagem, de fragmentos, de população e da planta), aumenta as escala de estudo e a capacidade para a extrapolação. Por exemplo, a paisagem entre ecótonos é referida como uma transição em mosaicos, que é uma característica entre ecótonos de dois biomas. O modelo de mosaico é feito por variações no número e tamanho dos fragmentos que representam os dois tipos de bioma. Um estudo de um fragmento do ecótono não pode caracterizar completamente o ecótono. Para plantas de borda do ecótono, que muitas vezes são medidas em uma escala de  $1\text{m}^2$ , não se pode caracterizar a população ou parte dela, pois a intensidade de interações entre as populações é influenciada pelo tamanho da população, arranjo espacial e distância entre as sub-populações (GOSZ,1993).

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em região de ecótonos (interface água/terra) de diferentes ambientes lênticos, pretende-se neste trabalho:

- Comparar em duas épocas ( períodos seco e chuvoso) a diversidade e a biomassa das espécies de macrófitas aquáticas;
- Determinar a composição química das espécies, através das análises de formas nitrogenadas, fosfatadas e carbono;
- Comparar em diferentes pontos do ecótono a heterogeneidade das espécies de macrófitas aquáticas.
- Caracterizar a área de estudo, focalizando alguns aspectos físicos e químicos da água e do sedimento.

## ÁREA DE ESTUDO

O local escolhido para este estudo foi a zona de desembocadura do Rio Paranapanema, o principal tributário da Represa de Jurumirim localizada a 23° 12' 11" S e 49° 14' 11" W. A bacia de drenagem do Rio Paranapanema a montante do local deste estudo ( em Campina do Monte Alegre ) apresenta uma área de 5779 Km<sup>2</sup>, com perímetro de 405 Km e 0.515 Km<sup>-1</sup> de densidade de drenagem. Apresenta ainda 53% de sua área ocupada por Latossolo e 23.3% por Podzólico. A área da bacia tem 23.9% de cobertura florestal, 19.9% de reflorestamento e 32% de pastagem. Não há uma predominância na ocupação e uso do solo, e a bacia de drenagem, a montante do local deste estudo, constitui-se de áreas agrícolas mistas (HENRY & GOUVEIA,1993).

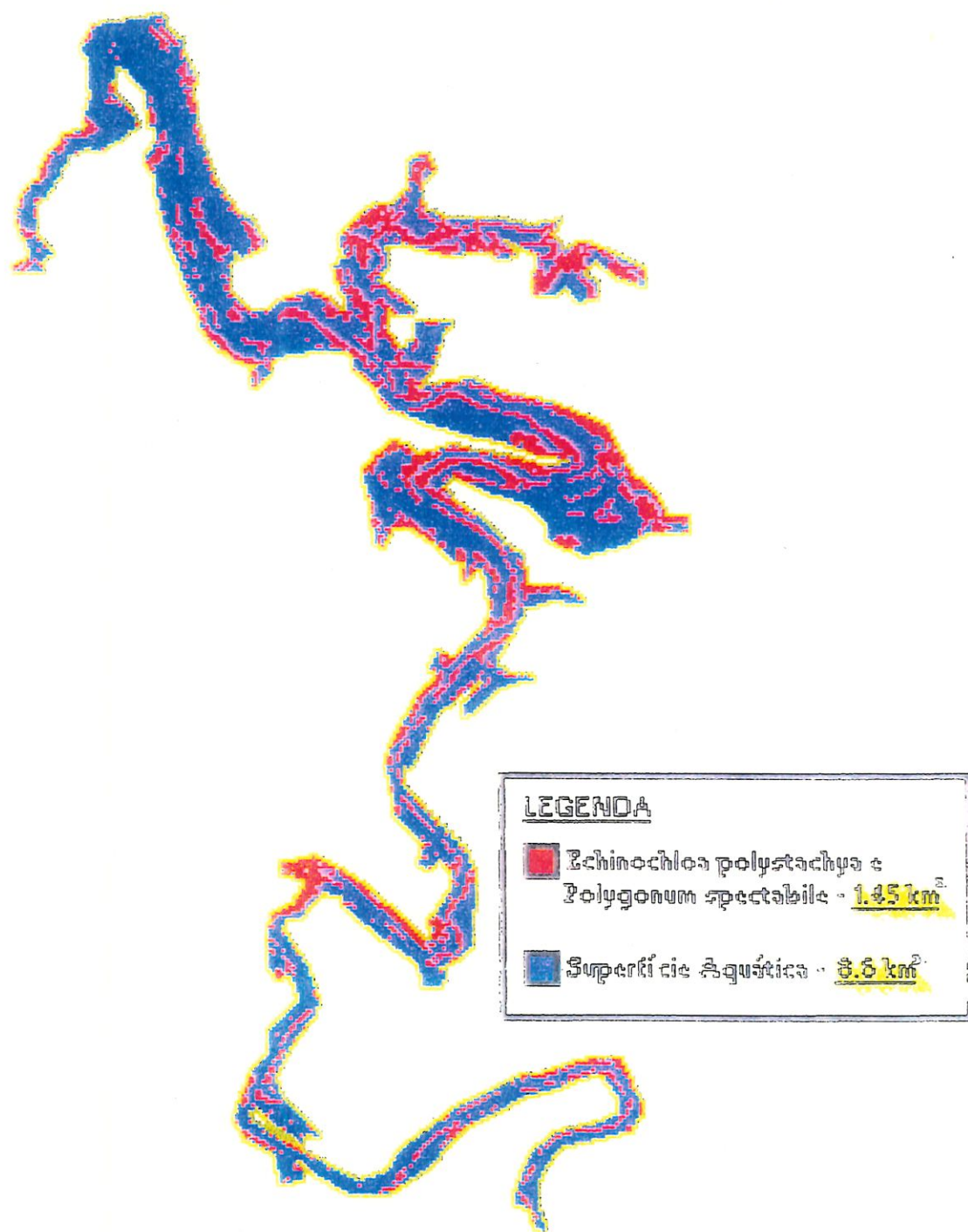
Na zona de desembocadura do rio Paranapanema no reservatório, são observadas, além do canal do rio, extensas áreas inundadas, ambas margeadas por estandes de macrófitas aquáticas emergentes, predominantemente por *Echinochloa polystachya* ( Fig. 1). A gramínea *E. polystachya* apresenta um colmo robusto com mais de 15m de comprimento, que está enraizado nas margens, projetando-se em direção às águas abertas (POMPÊO *et al.*, 1997).

Além de *E. polystachya*, também podem ser encontrados na região outros gêneros de macrófitas aquáticas como *Salvinia* sp., *Utricularia* sp., *Azolla* sp., *Ludwigia* sp., além de *Pistia stratiotis*, *Limnobium stoloniferum*, *Polygonum spectabile* Mart., *Scirpus cubensis* Poep & Kunth., *Habenaria edwalli* Cojn., *Eichhornea azurea* Kunth. De maneira geral, as macrófitas aquáticas dominantes nas margens do rio são emergentes. Nas áreas permanentemente inundadas, marginais ao canal principal do rio, podem ser observados estandes da macrófita aquática submersa *Myriophyllum* sp (POMPÊO,1996).

## ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

Nesta pesquisa, foram considerados 3 locais de estudo na zona de desembocadura do Rio Paranapanema na Represa de Jurumirim: uma lagoa com conexão





Escala Aproximada 1:40000



FIGURA 1. Distribuição de algumas espécies de macrófitas aquáticas que ocorrem no rio Paranapanema

permanente e baixo intercâmbio de água com o rio (Lagoa do Camargo), uma lagoa com conexão permanente e elevada troca de água com o rio (Lagoa do Coqueiral) e uma lagoa isolada com conexão temporária com o rio (Lagoa dos Cavalos) (Fig.2). Em cada um desses locais, foram coletadas além das plantas, amostras de água e de sedimento.

#### PERIODICIDADE DA COLETA

A periodicidade de coleta foi estabelecida com o intuito de abarcar as diferentes condições ambientais que podem influenciar a dinâmica e o metabolismo das macrófitas aquáticas. Foram considerados relevantes os contrastes dentro da sazonalidade climática, e desta forma as informações foram limitadas às estações chuvosa ( Fevereiro 1999) e seca ( Agosto 1998) que tiveram presumivelmente um valor maior que os dados de coleta rotineiros e fixos , programados num intervalo de tempo previamente determinado.

#### COLETA E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

##### DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA :

A variação da biomassa foi determinada em três transeções em cada estação de amostragem (lagoa), perpendiculares à região litorânea, nas quais foram coletadas amostras em três quadrados de 0. 25m<sup>2</sup> (WESTLAKE, 1965; 1971 apud POMPEO 1996 ). O material contido nos quadrados ( partes emergentes e submersas ) foi removido com auxílio de tesoura. O material foi levado ao laboratório, onde foi cuidadosamente lavado em água corrente para a remoção do perifíton (organismos e material particulado orgânico e inorgânico aderidos).

Posteriormente, este material foi mantido em estufa a 80 °C até atingir peso constante, sendo, em seguida, moído e peneirado em peneira de 0.5 mm de abertura de malha e estocado em frascos de plásticos. Foram coletadas amostras de macrófitas aquáticas nas transeções com finalidade de se montar exsicatas das mesmas. Estas, por sua vez, foram posteriormente identificadas através de consultas a especialistas.

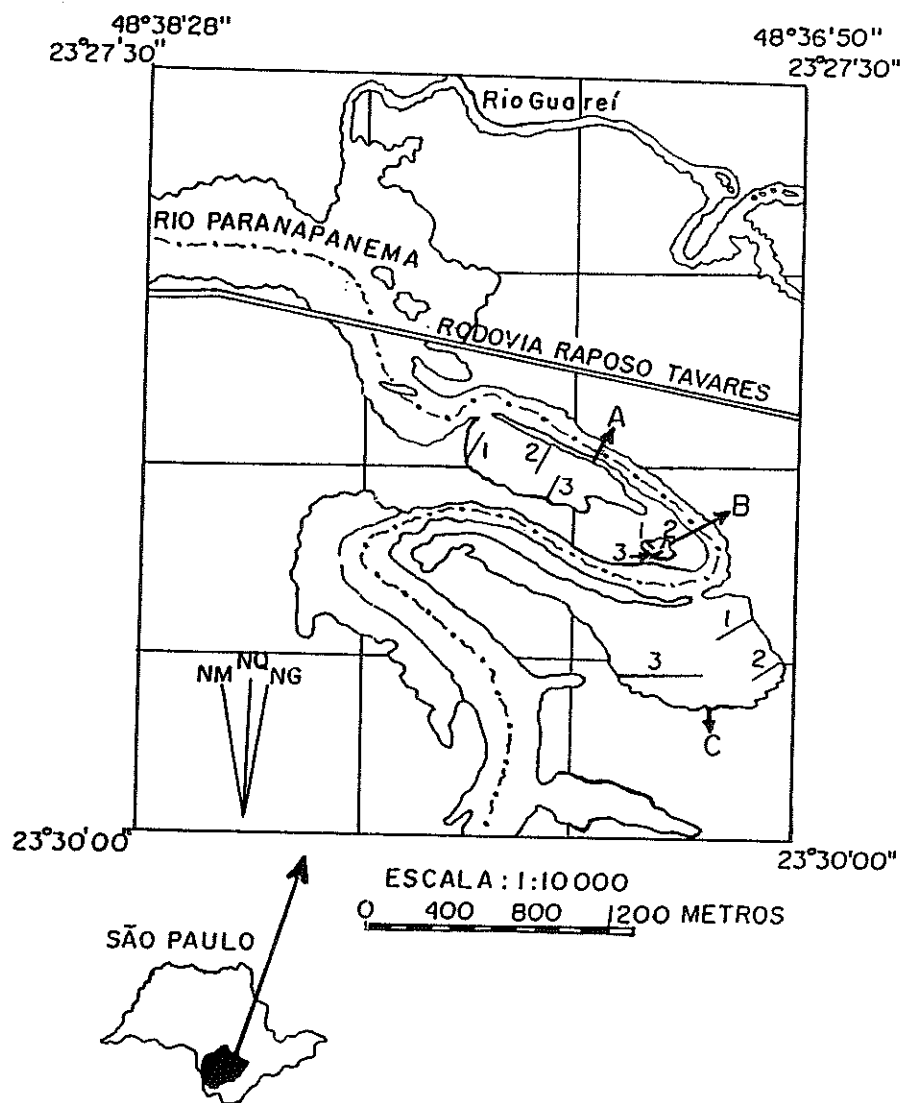


FIGURA 2. Estações de amostragem na zona de desembocadura do rio Paranapanema (Represa de Jurumirim), Lagoa do Camargo (A), Lagoa dos Cavalos (B) e Lagoa do Coqueiral (C), 1, 2 e 3 locais de coleta nas lagoas (transeção).

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Para a análise da composição química foi utilizada toda a planta caule, folhas e raízes em conjunto.

### FÓSFORO

Para a determinação da concentração de fósforo total foi utilizada a metodologia descrita por ANDERSEN (1976).

### NITROGÊNIO

A concentração de nitrogênio total foi determinada pelo método KJEDAHN, usando equipamento BÜCCHI, modelo 343.

### CARBONO

A concentração de carbono foi estimada de acordo com WESTLAKE (1963 apud POMPÊO, 1996), após incineração em mufla por uma hora a 550°C.

## ESTIMATIVA DOS ESTOQUES DE NUTRIENTES DAS PLANTAS

Os estoques de C, N e P foram determinados a partir de suas concentrações (em mg do elemento/gPS) e de suas biomassas (gPS/m<sup>2</sup>).

## PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DA ÁGUA :

### OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As concentrações de oxigênio dissolvido expressas em miligramas por litro (mg/L) foram obtidas através do método de Winkler, descrito por GOLTERMAN *et al.*(1978). Este método consiste na fixação de oxigênio com soluções de sulfato manganoso e azida sódica no campo e posterior acidificação com ácido ortofosfórico e titulação com tiosulfato de sódio.

### pH

As leituras do pH das amostras de água foram realizadas no laboratório com auxílio de um pHmetro "Micronal".

### TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA

A transparência da água foi determinada a partir da leitura da profundidade de desaparecimento visual do disco de Secchi.

### CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A capacidade de condução de corrente elétrica pelos íons das amostras de água foi medida utilizando-se um condutivímetro e os valores expressos em micro siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e corrigidos para a temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ .

### NÍVEL DA ÁGUA

O nível da água foi determinado através de uma régua graduada instalada no interior dos estandes de coleta.

### MATERIAL EM SUSPENSÃO

Foram filtradas amostras de água de volumes conhecidos, utilizando-se filtros " Millipore AP 20 previamente secos e pesados. Os valores do material particulado expressos em miligramas por litro ( $\text{mg}/\text{L}$ ), foram obtidos pela diferença entre o peso dos filtros antes e após a filtragem.

### ALCALINIDADE TOTAL

Os valores de alcalinidade expressos em miliequivalentes por litro ( $\text{meq}/\text{L}$ ) foram obtidos através da titulação de sub-amostras de água com ácido sulfúrico 0,01N até pH 4,35 quando todo o ácido carbônico se transforma em dióxido de carbono

### NITROGÊNIO

As concentrações de nitrogênio total nas amostras de água em miligramas por litro ( $\text{mg}/\text{L}$ ) foram determinadas através do método analítico KJEDAHN, utilizando-se do aparelho Büchi dosador específico de nitrogênio e seus derivados. Um volume de 25 mL das

amostras foi submetido à digestão com catalisador ( sulfato de cobre e sulfato de potássio) e ácido sulfúrico concentrado em altas temperaturas por aproximadamente 1 hora.

Foi testado um outro método, com objetivo de verificar se as concentrações de nitrogênio total obtidas algumas vezes em níveis elevados em algumas amostras pelo método do KJEDAHN, eram confirmadas. Neste método, em 30mL de amostra de água, foram colocados 4mL de OR (reagente oxidante). Em seguida, esta solução foi levada à autoclave por 30 minutos para a digestão. Depois de retiradas da autoclave, foram transferidas 10mL das amostras tratadas para frascos com 0,6g de cádmio, adicionados 3mL de solução aquosa de cloreto de amônio 2.6% e mais 1mL de solução de Bórax 2.1%. Estes frascos foram submetidos à agitação por 20 minutos. Decorrido este tempo, foram transferidos 7mL das amostras tratadas para tubos de ensaio e adicionados 1mL de sulfanilamida e 1mL de bicloridrato-N-(1-naftil)etilenodiamina, formando um composto de cor rósea que permite a leitura da absorbância a 543nm.

#### FÓSFORO TOTAL

A concentração deste elemento foi determinada segundo método descrito em STRICKLAND & PARSONS (1960).

#### ANÁLISE DO SEDIMENTO

Para a análise do sedimento foram coletadas com uma draga três amostras em cada transeção das estações de amostragem (nas regiões litorânea, intermediária e de transição litorânea-limnética).

Para a análise granulométrica do sedimento, as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e levadas ao laboratório, onde cerca de 100gr foi seca à sombra, para eliminar o excesso de água. Em seguida, foram pesadas, depois foram transferidas para potes de alumínio e secas na estufa a uma temperatura de 60°C, por 24 horas e novamente pesadas. A diferença de peso entre as amostras seca na sombra e na estufa, correspondem ao conteúdo de água das amostras, expresso em %. Após esta etapa, as amostras secas na estufa passaram por uma peneira de 2mm de malha, para a remoção da fração grosseira, obtendo-se assim por diferença de peso

a porcentagem da fração maior que 2mm. Da fração que passou pela peneira, foi retirada uma sub-amostra que foi pesada (10 gr) e tratada com água oxigenada, para a remoção da matéria orgânica. Depois de 24 horas, este sedimento foi seco em estufa a uma temperatura que dependem das propriedades do material: para areia 110°C por 24 horas; nos casos de sedimento com muita argila, a temperatura foi entre 50 e 60°C por 1 ou 2 dias, para não modificar os argilo-minerais sensíveis à temperatura, que podem eventualmente estar presentes e também evitar o endurecimento do material (SUGUIO, 1973).

Logo após a secagem, as amostras foram tratadas com 50ml NaOH 0,1N (agente dispersante), que é adicionado para repor cátions e, desta maneira, minimizar a coagulação (HAKANSAN & JANSON, 1983). Em seguida, foram transferidas para um agitador elétrico (10 minutos) para a dispersão dos grãos do sedimento. Estas amostras foram novamente filtradas em peneira (de 0,053mm) e o material retido foi levado à estufa, a uma temperatura de 110°C por 24 horas e pesado. A parte retida do material foi transferida para uma série de peneiras superpostas de diferentes malhas em ordem decrescente (1; 0,5; 0,105 e 0,053mm) e, em seguida, submetidas a um agitador mecânico para separação das diferentes frações de areia. O material retido em cada peneira foi pesado, para a obtenção das respectivas frações de areia (muito grossa, grossa, fina e muito fina), segundo a escala de Wentworth (SUGUIO, 1973). Os valores obtidos foram convertidos em porcentagem do total (SANTOS, 1995).

Para a análise da fração argila, foi utilizado o método de sedimentação e pipetagem (SUGUIO, 1973). Este método baseia-se as mudanças de concentração das partículas numa suspensão e pela tomada de várias amostras com uma pipeta. As quantidades de materiais em cada uma das classes granulométricas foram obtidas a partir das mudanças na concentração de material em suspensão, e a determinação feita pela pesagem do resíduo seco da pipetagem (SUGUIO, 1973).

A fração silte foi calculada a partir da subtração da alíquota inicial dos valores de areia e argila total correspondente (SANTOS, 1995).

Para a determinação do conteúdo de matéria orgânica no sedimento, as amostras coletadas foram acondicionadas em frascos plásticos (100mL) e congeladas (-20°C) ainda no

local de coleta, até posterior manipulação. No laboratório, as amostras foram descongeladas, 24 horas antes da etapa posterior. O excesso de água foi escorrido e o material levado à estufa, até completa secagem. Após 2 horas no dessecador, as amostras foram pesadas. Em seguida, uma sub-amostra do sedimento seco foi levada à mufla a 550°C por 1 hora. O peso das cinzas foi anotado e a quantidade de matéria orgânica contida estimada, pela diferença do peso da amostra, antes e depois da pesagem pela mufla (SANTOS, 1995).

O teor de N no sedimento foi medido após digestão em ácido sulfúrico e catalisador misto pela técnica de KJEDAHN e expresso em porcentagem do peso seco (% P.S.).

O teor de P no sedimento foi determinado por espectrofotometria após digestão em ácido perclórico, nítrico e sulfúrico, segundo ANDERSEN (1976) e STRICKLAND & PARSONS (1960) e seus resultados expressos em porcentagem do peso seco (%P.S.).

#### DETERMINAÇÃO DA ÁREA FOLIAR

Foram coletadas em uma transeção da região litorânea (C) até a região de transição litorânea-limnética (A), nas Lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos em Agosto de 1999, amostra da macrófita aquática *Eichhornia azurea*, em um quadrado de 0,76cm x 0,25cm, e concomitantemente, foram feitas medidas da altura das plantas da interface ar-água até a parte superior das plantas, em toda a extensão da transeção. A amostra da planta foi subdividida em parte submersa e emersa. No laboratório este material foi separado em folhas e pecíolos e suas áreas determinadas. Para a determinação da área dos pecíolos, estes foram subdivididos em cilindros pequenos. O diâmetro foi medido com paquímetro e a área calculada através do produto circunferência X altura. As folhas foram, desenhadas em papel e posteriormente escaneadas uma a uma e o cálculo da sua área foi feito utilizando o Programa UTHSCSA- Imagem Tool - versão 1.28. Para as frações (submersa e emersa) de cada local amostrado (transecto e lagoa), foi feito um somatório das áreas individuais das folhas e pecíolos (cm<sup>2</sup>) e a sua transformação para a unidade de área (m<sup>2</sup>).



## DIVERSIDADE DAS ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

O índice usado para o cálculo da diversidade foi o de Shannon-Wiener, visto que algumas espécies foram encontradas apenas em uma transeção e este índice atribui importância às espécies que foram pouco representativas. Para o cálculo deste índice, foi usado o valor da biomassa no programa DIVERS (KREBS, 1989).

Este programa calcula as medidas de heterogeneidade, medindo a diversidade das espécies pelos dados de abundância. Para o índice de Shannon-Wiener, foi computado a estimativa da uniformidade.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

A comparação das variáveis abióticas e bióticas da água e do sedimento, obtidos em duas estações do ano em três lagoas de coleta, foi realizada através da técnica de análise variância usando o esquema fatorial 2x3 no delineamento inteiramente casualizado, completado com o teste de comparação de Duncan (GOMES, 1990).

Os pontos de coleta das lagoas nas duas estações amostradas (Agosto/98 e Fevereiro/99), nos diferentes transeções e nas diferentes posições dentro das transeções foram agrupados, através de uma análise de agrupamento, "Cluster Analysis" (MANLY, 1994; HAIR *et al.*, 1998), envolvendo os parâmetros nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, conteúdo de água, areia, silte e argila do sedimento e também as variáveis físicas e químicas da água. As variáveis foram padronizadas antes da análise pela seguinte equação:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{s_j}$$

onde,  $Z_{ij}$  é o valor padronizado da  $i$ -ésima observação na  $j$ -ésima variável;  $X_{ij}$  é o valor da  $i$ -ésima observação na  $j$ -ésima variável;  $\bar{X}_j$  é a média da variável  $j$ ;  $s_j$  é o desvio-padrão da variável  $j$ . A distância euclidiana e o método de ligação pela média (*UPGMA - unweighted pair-group method using arithmetic averages*) foram utilizados na análise de agrupamento (Manly, 1994; Hair *et al.*, 1998).

Os pontos de coleta das estações e locais amostrados, foram ordenados de acordo com as características do sedimento, através de uma análise de componentes principais a partir da matriz de correlação das variáveis nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, conteúdo de água, areia, silte e argila. O mesmo procedimento foi feito para a análise das características físicas e químicas da água, através de uma matriz de correlação com as variáveis oxigênio dissolvido, pH, material em suspensão, condutividade, alcalinidade, profundidade, nitrogênio e fósforo (MANLY, 1994; HAIR *et al.*, 1998).

Uma análise de variância foi utilizada para verificar se a macrófita aquática *Eichhornia azurea* dos vários locais e períodos amostrados difere quanto à composição química, estoques de nutrientes e biomassa. A homogeneidade das variâncias foi testada através do teste de Bartlett e a normalidade dos resíduos foi confirmada através de um gráfico de probabilidade normal. Foram considerados "outliers", as observações com resíduo padronizado maior que dois (ZAR, 1999). Utilizou-se o teste de Duncan para comparação múltipla de médias caso fosse necessário (GOMES, 1990).

O nível de significância considerado para todos os testes estatísticos foi  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS

Os dados das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento, dos pontos nas regiões do ecótono das três lagoas amostradas bem como a respectiva análise estatística, utilizada para cada parâmetro, são apresentados em forma de gráficos ou tabelas. Os resultados estatísticos expressam dados de comparações entre as lagoas, períodos amostrados e as possíveis interações entre períodos e lagoas. Foi utilizada, para tanto uma análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de Duncan.

### PROFUNDIDADE DAS LAGOAS

No período seco, as maiores profundidades nas lagoas do Camargo e Coqueiral foram, respectivamente na transeção 1 ponto A (2,70m; 2,0m), na lagoa dos Cavalos foi no ponto B transeção 1 (1,30m). As menores profundidades observadas ocorreram no ponto C transeção 3 lagoa do Camargo(0,30m), transeção 1 lagoa do Coqueiral (0,40m) e transeção 2 lagoa dos Cavalos (0,10m).

Para o período chuvoso, a profundidade máxima dos pontos amostrados ocorreu na transeção 1 e 2 ponto A (3,50m) na lagoa do Camargo, nos pontos A da transeção 1, 2 e 3 (2,50m) na lagoa do Coqueiral, ponto A da transeção 3 (2,50m) lagoa dos Cavalos. Profundidades menores foram encontradas nas transeções 1, 2 e 3 do ponto C (1,0m) lagoa do Camargo, no ponto B da transeção 2 (1,0m) da lagoa do Coqueiral e no ponto C da transeção 2 (0,50m) da lagoa dos Cavalos (Fig.3).

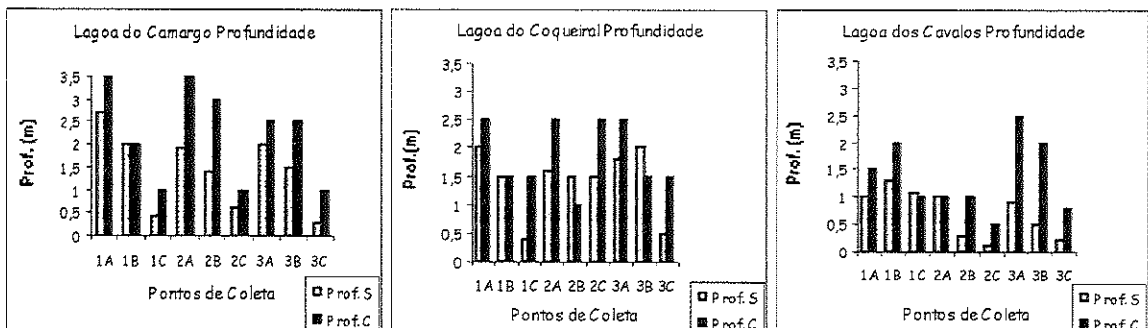


FIGURA 3. Profundidade nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções (1, 2 e 3), nos períodos seco S e chuvoso C.

A profundidade das lagoas diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) em relação aos fatores **Período** e **Lagoa**. Não foi verificada interação entre os fatores ( $P > 0,05$ ). A profundidade das lagoas do Camargo e Coqueiral, não diferiram estatisticamente, mas foram significativamente maiores que a profundidade da lagoa dos Cavalos (Tabela 2).

TABELA 1. Resultado da análise de variância para a profundidade(m) das lagoas , ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fontes de Variação       | GL     | SQ        | QM        | F      | p       |
|--------------------------|--------|-----------|-----------|--------|---------|
| Lagoa                    | 2      | 6,130003  | 3,065001  | 5,922  | 0,00503 |
| Período                  | 1      | 5,542403  | 5,542403  | 10,708 | 0,00198 |
| Lagoa * Período          | 2      | 0,2514815 | 0,1257408 | 0,243  | 0,78523 |
| Resíduo                  | 48     | 24,84444  | 0,5175925 |        |         |
| Coefficiente de Variação | 47,786 |           |           |        |         |

TABELA 2. Resultado do Teste de Duncam comparando as profundidade das lagoas. Médias com a mesma letra , não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável          | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|-------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Profundidade (cm) | 1,822a        | 1,65a           | 1,039b            |

#### EXTENSÃO DOS "ESTANDES" DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS

No período seco as transeções de maior extensão, foram encontrados na lagoa do Camargo (2ª), na lagoa do Coqueiral (3ª) e na lagoa dos Cavalos (1ª e 3ª). Menores extensões neste período foram registrados, na 1ª transeção das lagoas do Camargo e Coqueiral e na 2ª transeção da lagoa dos Cavalos. As maiores extensões verificadas no período chuvoso nas lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos foram respectivamente, na 3ª transeção e 1ª transeção. As transeções de menores extensões foram a 2ª na lagoa do Camargo, a 1ª transeção da lagoa do Coqueiral e a 2ª transeção na lagoa dos Cavalos (Fig. 4).

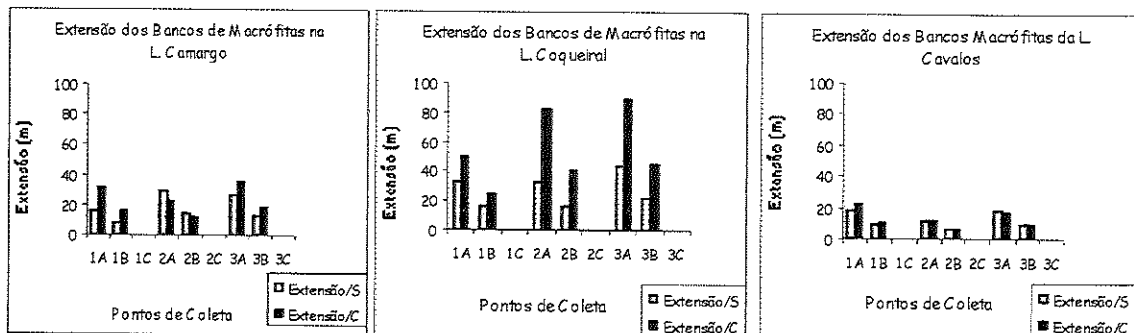


FIGURA 4. Extensão dos "estandes" das macrófitas aquáticas nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções (1, 2 e 3), nos períodos seco S e chuvoso C.

A extensão dos "estandes" das macrófitas aquáticas diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) em relação ao fator Lagoa, mas não diferiu em relação ao fator Período ( $p > 0,05$ ). Não ocorreu interação entre os fatores Lagoa\*Período ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3). Entre as lagoas Camargo e Cavalos não diferiram estatisticamente mas, a extensão de seus estandes foi menor que a extensão dos estandes da lagoa Coqueiral (Tabela 4).

TABELA 3. Resultado da análise de variância para extensão dos estandes de macrófitas aquáticas, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL      | SQ       | QM       | F     | P       |
|-------------------|---------|----------|----------|-------|---------|
| Lagoa             | 2       | 3530,427 | 1765,213 | 5,797 | 0,00556 |
| Período           | 1       | 760,1257 | 760,1257 | 2,496 | 0,12070 |
| Lagoa*Período     | 2       | 882,5671 | 441,2835 | 1,449 | 0,24487 |
| Resíduo           | 48      | 14617,10 | 304,5228 |       |         |
| Coef. de Variação | 106,454 |          |          |       |         |

TABELA 4. Resultado do Teste de Duncam comparando a extensão dos estandes de macrófitas das lagoas. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável     | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|--------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Extensão (m) | 13,51b        | 27,41a          | 8,25b             |

## TRANSPARÊNCIA DA ÁGUA

No período seco na lagoa do Camargo, a menor profundidade de limite de visualização do disco de Secchi, foi de 0,55m (1ª transeção ponto A) e maior de 0,74m (3ª transeção ponto A). Na lagoa do Coqueiral a maior e menor profundidades de visualização foram no 3ª transeção no ponto A (0,76m) e ponto C (0,30m). Para a lagoa dos Cavalos, a transparência da água foi total, e para o cálculo do limite de visualização do disco de Secchi foi adotado como medida a profundidade máxima ( $Z_{max}$ ).

No período chuvoso, a menor e a maior profundidade de visualização do disco de Secchi, na lagoa do Camargo foram, transeção 1 no ponto C (0,31m), transeção 2 no ponto B (0,40m); na lagoa do Coqueiral, foram no transeção 3 nos pontos B (0,27m) e C (0,68m), e na lagoa dos Cavalos, transeção 2 nos pontos C (0,40m), A e B (0,59m), respectivamente (Fig. 5).

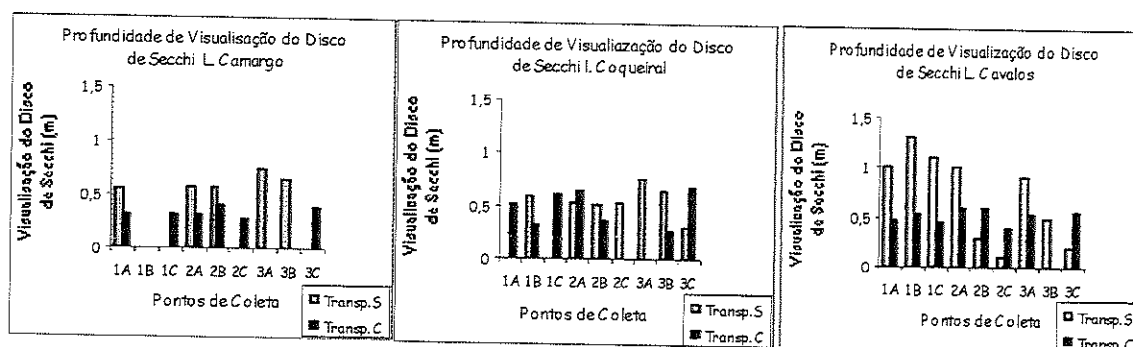


FIGURA 5. Profundidade de visualização do disco de Secchi (m), nos pontos A, B e C, nas transeções (1, 2 e 3), nos períodos seco S e chuvoso C. Pontos que não estão representados no gráfico, não foram determinados, em função da densidade das macrófitas.

Para a transparência da água não foi detectada diferença significativa ( $p > 0,05$ ), em relação aos fatores **Lagoa** e **Período**. Não foi verificada interação entre os fatores **Lagoa\*Período** ( $p > 0,05$ ) (Tabela 5).

TABELA 5. Resultado da análise de variância para a transparência da água, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL | QM    | F     | p       |
|-------------------|----|-------|-------|---------|
| Lagoa             | 2  | 0,123 | 0,266 | 0,76740 |
| Período           | 1  | 0,373 | 0,806 | 0,37380 |
| Lagoa*Período     | 2  | 0,133 | 0,288 | 0,75130 |
| Resíduo           | 48 | 0,463 |       |         |

#### NÍVEL DA ÁGUA

Em Agosto/98, foi instalada uma régua graduada, nas lagoas do Camargo, Coqueiral e dos Cavalos e o nível foi considerado zero. A partir deste mês foram feitas medidas mensais do nível da água. Nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 1998, o nível da água registrado foi decrescendo e atingiu o nível mais baixo no mês de novembro: -1,84m na lagoa do Camargo, -0,76m na lagoa do Coqueiral e -1,17m na lagoa dos Cavalos no mês de setembro. Nos meses subsequentes, ocorreu um aumento do nível da água nas lagoas e no mês de fevereiro/99, foram registrados os maiores aumentos do nível de água nas três lagoas. Entre os meses de março a junho de 1999, o nível de água nas lagoas do Camargo e Coqueiral registrou uma diminuição e no mês de julho/99 foi verificado um pequeno aumento do nível de água nestas lagoas. Na lagoa dos Cavalos, em março/99, o nível de água foi menor e em abril/99 foi verificado um aumento do nível de água nesta lagoa. Em todas as lagoas, a partir do mês de julho/99 até dezembro/99, foi verificada uma diminuição gradual do nível da água e no mês de novembro/99 foi registrado o menor valor do nível de água na lagoa do Camargo (-1,29m), as lagoas do Coqueiral e dos Cavalos o nível foi mais baixo no mês de dezembro/99 (-2,05m e -1,16m), respectivamente (Fig.6).

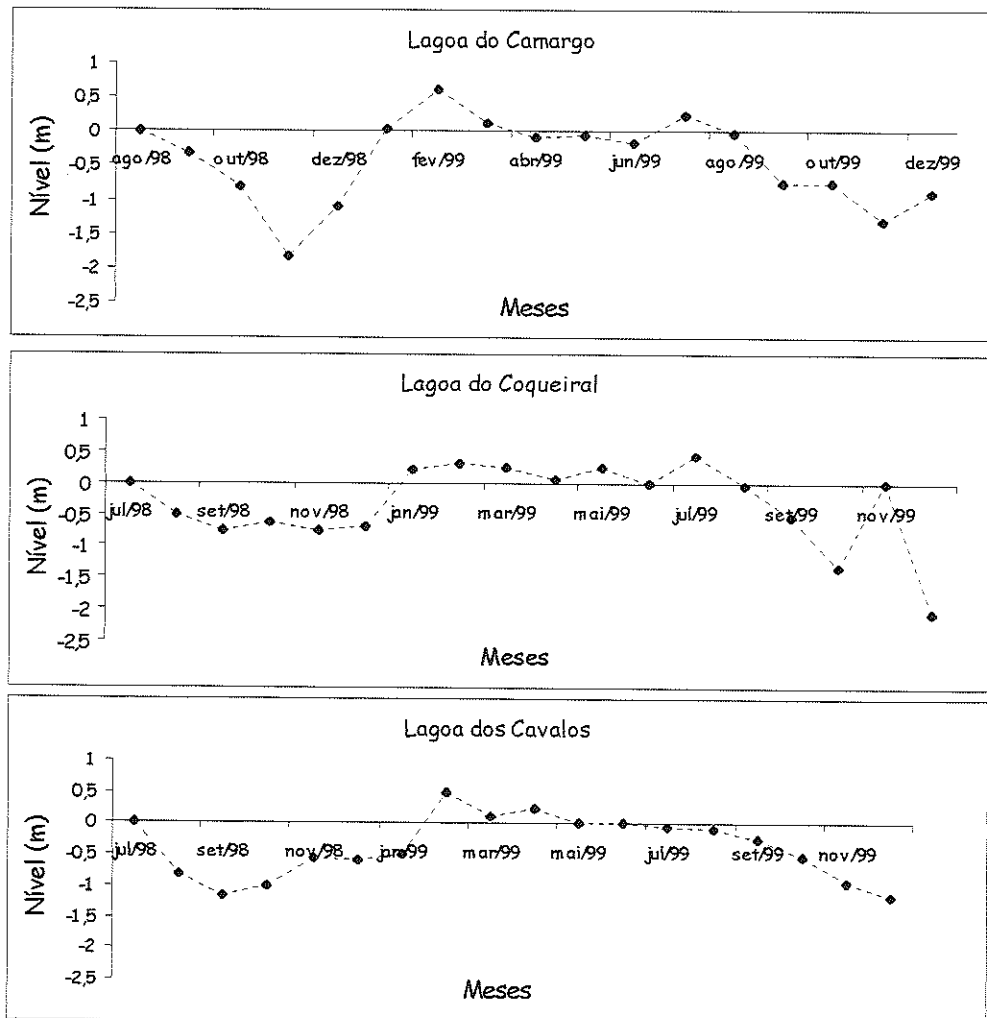


FIGURA 6. Medidas mensais do nível da água (m) nas lagoas do Camargo, Coqueiral e dos Cavalos, de Junho/98 a Dezembro/99.

#### MATERIAL EM SUSPENSÃO

As maiores quantidades de material em suspensão ocorreram no período seco. Os pontos com maiores quantidades de material em suspensão no período seco foram o C da transeção 3 da lagoa do Camargo ( $30,6\text{mg.L}^{-1}$ ), na lagoa do Coqueiral transeção 1 ( $36,0\text{mg.L}^{-1}$ ), na lagoa dos Cavalos transeção 3 ( $238,6\text{mg.L}^{-1}$ ). As menores quantidades foram no ponto A transeção 2 ( $6,2\text{mg.L}^{-1}$ ) lagoa do Camargo, no ponto B do transeção 2 ( $4,1\text{mg.L}^{-1}$ ) na lagoa do Coqueiral e no ponto B do transeção 3 ( $1,9\text{mg.L}^{-1}$ ) lagoa dos Cavalos.



No período chuvoso, maiores teores de material em suspensão foram verificados nos pontos A e B da 1ª transeção (6,5 mg.L<sup>-1</sup>) na lagoa do Camargo, ponto B da 3ª transeção (36,6 mg.L<sup>-1</sup>) na lagoa do Coqueiral e ponto B da 1ª transeção (18,3 mg.L<sup>-1</sup>) na lagoa dos Cavalos. Os menores teores foram obtidos nos pontos C da 1ª transeção (2,6 mg.L<sup>-1</sup>) na lagoa do Camargo, ponto B da 2ª transeção (2,3 mg.L<sup>-1</sup>) na lagoa do Coqueiral e ponto B da 2ª transeção (6,5 mg.L<sup>-1</sup>) na lagoa dos Cavalos (Fig.7).

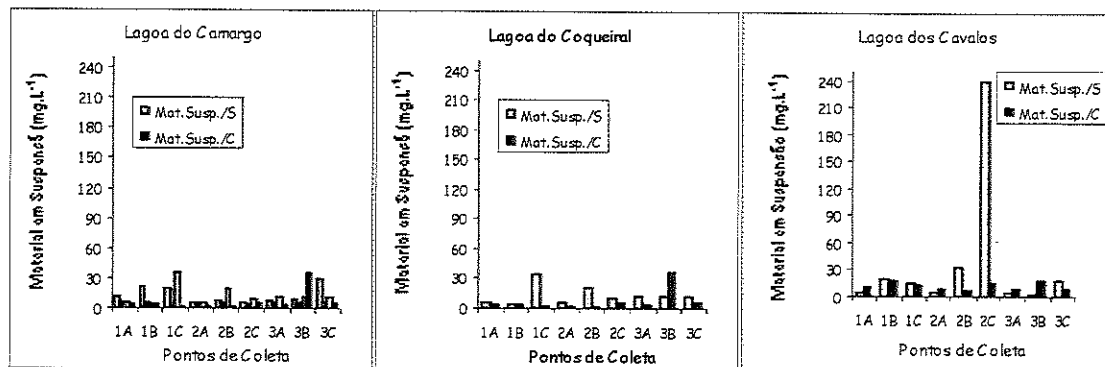


FIGURA 7. Quantidade de material em suspensão (mg.L<sup>-1</sup>), presente nas amostras de água coletada as lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções (1, 2 e 3), nos períodos seco S e chuvoso C.

Não foi detectada nenhuma variação significativa ( $p > 0,05$ ) desta variável em relação aos fatores Lagoa e Período. Não houve interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

TABELA 6. Resultado da análise de variância para material em suspensão, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL      | SQ       | QM       | F     | p       |
|-------------------|---------|----------|----------|-------|---------|
| Lagoa             | 2       | 2740,440 | 1370,220 | 1,355 | 0,26764 |
| Período           | 1       | 2379,378 | 2379,378 | 2,353 | 0,13162 |
| Lagoa*Período     | 2       | 1119,930 | 559,9648 | 0,554 | 0,57827 |
| Resíduo           | 48      | 48539,57 | 1011,241 |       |         |
| Coef. Variação    | 212,459 |          |          |       |         |

## OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Os maiores valores de oxigênio dissolvido, foram verificados no período seco nos pontos amostrados das três lagoas. Os pontos com as maiores concentrações de oxigênio dissolvido, verificados nas lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos, foram respectivamente ponto B da transeção 2 ( $8,5\text{mg.L}^{-1}$ ), ponto B da transeção 1 ( $7,9\text{mg.L}^{-1}$ ) e os pontos A e B da transeção 3 ( $8,0$  e  $9,6\text{mg.L}^{-1}$ ). Os pontos de menor quantidade de oxigênio dissolvido foram, ponto C da transeção 1 ( $5,1\text{mg.L}^{-1}$ ) na lagoa do Camargo, ponto A da transeção 2 ( $4,4\text{mg.L}^{-1}$ ) na lagoa do Coqueiral e ponto C da transeção 3 ( $6,1\text{mg.L}^{-1}$ ) na lagoa dos Cavalos.

No período chuvoso, os pontos com maior e menor concentração de oxigênio dissolvido foram respectivamente, na lagoa do Camargo pontos C, A e B da transeção 2 e 3 ( $5,2\text{mg.L}^{-1}$ ) e ponto C da transeção 3 ( $3,6\text{mg.L}^{-1}$ ), lagoa do Coqueiral ponto C transeção 3 ( $5,7\text{mg.L}^{-1}$ ) e ponto B transeção 1 ( $2,3\text{mg.L}^{-1}$ ) e na lagoa dos Cavalos ponto C transeção 3 ( $3,6\text{mg.L}^{-1}$ ) e ponto B da transeção 3 ( $0,0\text{mg.L}^{-1}$ ) (Fig.8).

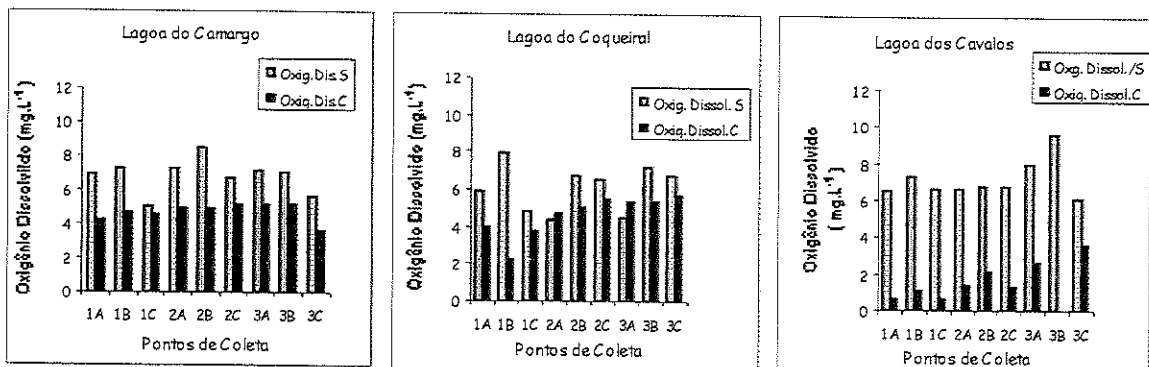


FIGURA 8. Valores de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), nos pontos A (região de transeção litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

Foi verificada uma variação significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao fator **Lagoa** e **Período**, e houve interação entre os fatores **Lagoa\*Período** ( $p < 0,05$ ). Entre as lagoas, foi detectada uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no período chuvoso (Tabela 7). Nas lagoas do Camargo e Coqueiral, ocorreu uma variação significativa nos valores médios de oxigênio dissolvido, que foram maiores em relação à lagoa dos Cavalos (Tabela 8).

TABELA 7. Resultado da análise de variância para oxigênio dissolvido, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de variação     | GL     | SQ       | QM       | F       | P         |
|-----------------------|--------|----------|----------|---------|-----------|
| Lagoa                 | 2      | 20,03112 | 10,01556 | 9,331   | 0,00038   |
| Período               | 1      | 128,1896 | 128,1896 | 119,431 | 0,00001   |
| Lagoa*Período         | 2      | 46,17926 | 23,08963 | 21,512  | 0,00001   |
| Lagoa*Período Seco    | 2      | 5,7844   | 2,8937   | 2,69    | 0,07811   |
| Lagoa*Período Chuvoso | 2      | 60,4229  | 30,2115  | 28,14   | 8,18E-05  |
| Período*L. Camargo    | 1      |          | 20,48    | 19,08   | 6,66E-05  |
| Período*L. Coqueiral  | 1      |          | 9,389    | 8,75    | 0,004E-05 |
| Período*L. Cavalos    | 1      |          | 144,5    | 134,63  | 1,57E-15  |
| Resíduo               | 48     | 51,52005 | 1,073334 |         |           |
| Coef. Variação        | 20,052 |          |          |         |           |

TABELA 8. Resultado do Teste de Duncam comparando o oxigênio dissolvido das lagoas no período chuvoso. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável              | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Oxig. Dissol. Chuvoso | 4,733a        | 4,633a          | 1,51b             |

## CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os maiores valores de condutividade elétrica, foram verificados no período seco nas lagoas do Camargo e Coqueiral. Na lagoa do Camargo o maior valor foi encontrado no ponto A da transeção 1 ( $61,7\mu\text{S. cm}^{-1}$ ) e nos demais pontos não foi detectada nenhuma diferença

( $57\mu\text{S. cm}^{-1}$ ). Na lagoa do Coqueiral, o maior valor verificado foi no ponto C da transeção 1 ( $68,9\mu\text{S. cm}^{-1}$ ). Na lagoa do Camargo, não houve variação nos pontos amostrados e o valor foi de  $63,6\mu\text{S. cm}^{-1}$ . Para a lagoa dos Cavalos, foi verificado um comportamento inverso. No período seco, menores valores desta variável foram observados, exceção feita ao ponto C da transeção 2, onde o valor foi de  $117,6\mu\text{S. cm}^{-1}$ , nos demais pontos o valor variou de  $24,5$  a  $39,2\mu\text{S. cm}^{-1}$ .

No período chuvoso, não foi detectada nenhuma variação entre os pontos e transeções na lagoa do Camargo, sendo o valor de  $52,2\mu\text{S. cm}^{-1}$ . Na lagoa do Coqueiral exceto no ponto A da transeção 1 onde o valor foi  $50,7\mu\text{S. cm}^{-1}$ , nos demais pontos e transeções o valor foi de  $46,3\mu\text{S. cm}^{-1}$ . Na lagoa dos Cavalos, o maior valor foi de  $95,2\mu\text{S. cm}^{-1}$ (Fig.9).

Foi verificado uma variação significativa ( $p < 0,05$ ) para os fatores **Lagoa** e **Período**. Houve uma interação entre os fatores **Lagoa\*Período** (Tabela 9). No período seco, o maior valor foi detectado na lagoa do Coqueiral, seguido da lagoa do Camargo e, na lagoa dos Cavalos, o menor valor. No período chuvoso, as lagoas do Camargo e Coqueiral, não apresentaram variações, porém seus valores foram menores que no período seco. Na lagoa dos Cavalos ocorreu o contrário ou seja, no período chuvoso, foi verificado o maior valor de condutividade elétrica (Tabela 10).

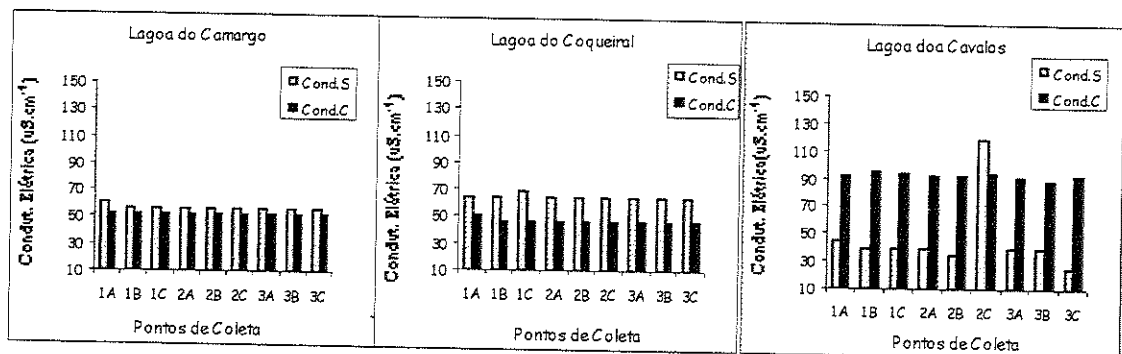


FIGURA 9. Valores de condutividade elétrica ( $\mu\text{S. cm}^{-1}$ ), determinados nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

TABELA 9. Resultado da análise de variância para condutividade elétrica, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fontes de Variação   | GL     | SQ       | QM       | F      | p         |
|----------------------|--------|----------|----------|--------|-----------|
| Lagoa                | 2      | 2403,388 | 1201,694 | 9,524  | 0,00033   |
| Período              | 1      | 818,2228 | 818,2228 | 6,485  | 0,01414   |
| Lagoa*Período        | 2      | 10225,89 | 5112,946 | 40,524 | 0,00001   |
| Lagoa*P. Seco        | 2      | 1475,069 | 737,53   | 5,84   | 0,00053   |
| Lagoa*P. Chuvoso     | 2      | 11154,21 | 5557,197 | 42,2   | 2,657E-11 |
| Período*L. Camargo   | 1      |          | 127,4672 | 1,01   | 0,31994   |
| Período*L. Coqueiral | 1      |          | 1362,42  | 10,8   | 0,00190   |
| Período*L. Cavalos   | 1      |          | 9554,29  | 75,72  | 1,956E-11 |
| Resíduo              | 48     | 6056,172 | 126,1702 |        |           |
| Coef. Variação       | 18,756 |          |          |        |           |

TABELA 10. Resultado do Teste de Duncan comparando a condutividade elétrica nas lagoas nos períodos seco e chuvoso. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável                   | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Condut. Elétrica (Seco)    | 57,52b        | 64,18a          | 46,28c            |
| Condut. Elétrica (Chuvoso) | 52,22b        | 46,79b          | 92,35a            |

pH

Os valores de pH, nos pontos e períodos amostrados não variaram foram em média 6,8 (Fig.10).

Não foi detectada nenhuma variação significativa em relação aos fatores Lagoa e Período ( $p > 0,05$ ) e nem interação entre os fatores Lagoa\*Período (Tabela 11).

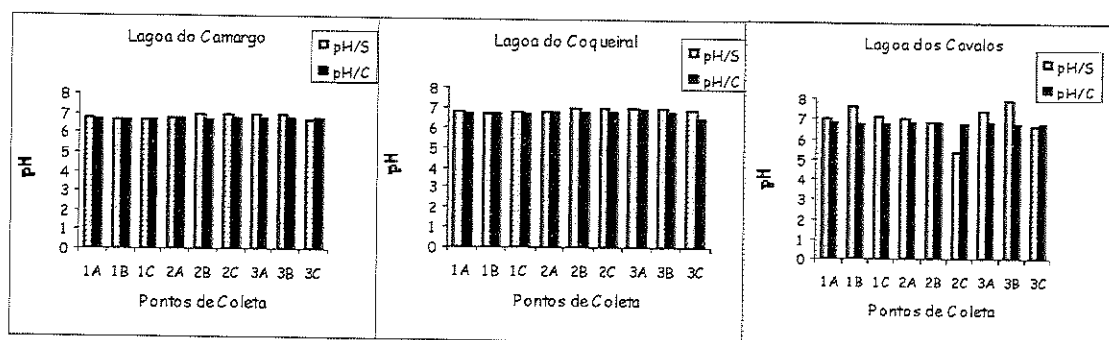


FIGURA 10. Valores de pH, determinados nos pontos A (região litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

TABELA 11. Resultado da análise de variância para pH, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL    | SQ            | QM            | F     | P       |
|-------------------|-------|---------------|---------------|-------|---------|
| Lagoa             | 2     | 0,3592590E-01 | 0,1796295E-01 | 0,189 | 0,82839 |
| Período           | 1     | 0,3266667     | 0,3266667     | 3,444 | 0,06964 |
| Lagoa*Período     | 2     | 0,4777782E-01 | 0,2388891E-01 | 0,252 | 0,77826 |
| Resíduo           | 48    | 4,553334      | 0,9486113E-01 |       |         |
| Coef. Variação    | 4,512 |               |               |       |         |

## ALCALINIDADE

Nas lagoas do Camargo e Coqueiral, os valores desta variável foram maiores no período seco, enquanto que na lagoa dos Cavalos ocorreu o contrário. Os maiores valores de alcalinidade foram verificados no ponto C da transeção 3 ( $0,587\text{meq.L}^{-1}$ ) na lagoa do Camargo, no ponto C transeção 1 ( $0,515\text{meq.L}^{-1}$ ) na lagoa do Coqueiral e no ponto C da transeção 2 ( $0,342\text{meq.L}^{-1}$ ) na lagoa dos Cavalos.

No período chuvoso, o maior valor de alcalinidade ocorreu no ponto C transeção 3 na lagoa do Camargo ( $0,385\text{meq.L}^{-1}$ ), na lagoa do Coqueiral transeção 1 ( $0,387\text{meq.L}^{-1}$ ) e na lagoa dos Cavalos transeção 1 ( $1,013\text{meq.L}^{-1}$ ) (Fig.11).

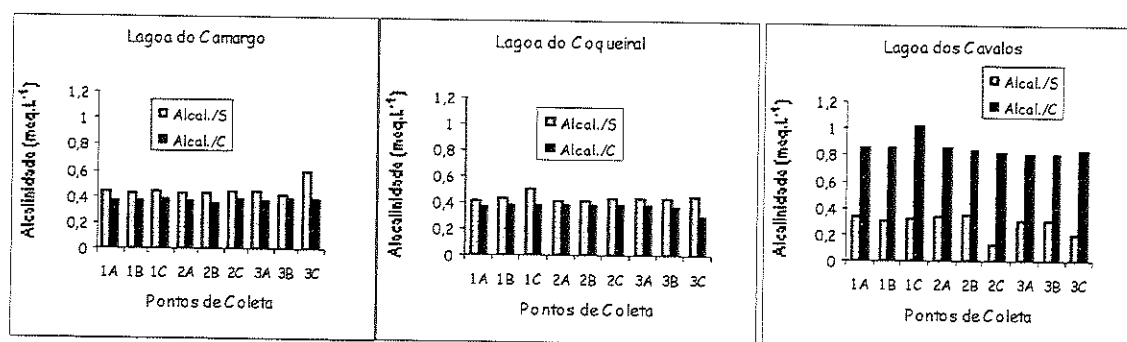


FIGURA 11. Valores de alcalinidade ( $\text{meq.L}^{-1}$ ), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

Foi verificada uma variação significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos fatores **Lagoa** e **Período**. Também foi verificada uma interação entre os fatores ( $p < 0,05$ ) (Tabela 12). No período seco, as lagoas do Camargo e Coqueiral, não apresentaram diferenças significativas e o valor médio desta variável foi maior nestas lagoas quando comparado com a lagoa dos Cavalos. Já no período chuvoso, o maior valor foi encontrado na lagoa dos Cavalos, sendo que as outras lagoas não diferiram entre si (Tabela 13).

TABELA 12. Resultado da análise de variância para alcalinidade, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fontes de Variação   | GL     | SQ        | QM            | F       | p        |
|----------------------|--------|-----------|---------------|---------|----------|
| Lagoa                | 2      | 0,3134175 | 0,1567087     | 54,417  | 0,00001  |
| Período              | 1      | 0,2662827 | 0,2662827     | 109,458 | 0,00001  |
| Lagoa*Período        | 2      | 1,221276  | 0,6106380     | 251,009 | 0,00001  |
| Lagoa*P. Seco        | 2      | 0,149     | 0,0754        | 30,99   | 2,28E-09 |
| Lagoa*P. Chuvoso     | 2      | 1,3856    | 0,6928        | 284,75  | 2,36E-27 |
| Período*L. Camargo   | 1      |           | 0,02614       | 10,74   | 0,00195  |
| Período*L. Coqueiral | 1      |           | 0,02094       | 8,60    | 0,00513  |
| Período*L. Cavalos   | 1      |           | 1,44          | 591,8   | 1,20E-28 |
| Resíduo              | 48     | 0,1167713 | 0,2432736E-02 |         |          |
| Coef. Variação       | 10,734 |           |               |         |          |

TABELA 13. Resultado do Teste de Duncam comparando a alcalinidade nas lagoas nos períodos seco e chuvoso. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável               | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Alcalinidade (Seco)    | 0,4462a       | 0,4377a         | 0,284b            |
| Alcalinidade (Chuvoso) | 0,370b        | 0,369b          | 0,850a            |

### NITROGÊNIO TOTAL

As concentrações de nitrogênio total dissolvido foram maiores no período chuvoso do que no período seco, nas lagoas do Camargo e Cavalos. Na lagoa do Coqueiral, ocorreu o inverso. No período seco, a maior concentração deste elemento na lagoa do Camargo foi verificada no ponto C da transeção 3 ( $326\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e a menor no ponto A da transeção 2 ( $29,2\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Na lagoa do Coqueiral, maiores concentrações deste elemento foram verificadas nos pontos A e B nas três transeções. Para a lagoa dos Cavalos, a maior concentração foi no ponto C da transeção 2 ( $835,5\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e o menor valor no ponto C da transeção 1 ( $179,4\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

No período chuvoso, os pontos com as maiores concentrações de nitrogênio na lagoa do Camargo foram A e B nas três transeções. Na lagoa do Coqueiral, o ponto com maior concentração foi o A da transeção 2 ( $390,7\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e o ponto de menor concentração foi o B da transeção 1 ( $220,7\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Na lagoa dos Cavalos, os pontos com maiores concentrações foram C da transeção 2 e A da transeção 1 e 3 (Fig.12).

Para esta variável foi verificada uma variação significativa ( $p < 0,05$ ) para os fatores **Lagoa** e **Período**. Também foi verificada uma interação entre os fatores **Lagoa\*Período**. Contudo, entre os períodos, foi detectada uma variação significativa no período chuvoso (Tabela 14). Neste período, a lagoa dos Cavalos, apresentou o maior valor, e as lagoas do Camargo e Coqueiral não mostraram variações significativas (Tabela 15).



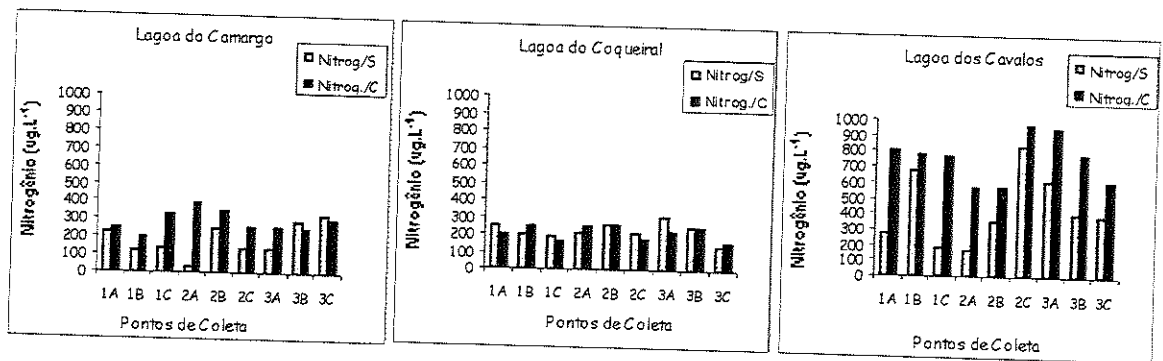


FIGURA 12. Valores das concentrações de nitrogênio-total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), nos pontos a (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

TABELA 14. Quadro da análise de variância para nitrogênio total da água, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fontes de Variação   | GL     | SQ       | QM       | F      | P        |
|----------------------|--------|----------|----------|--------|----------|
| Lagoa                | 2      | 1195437  | 597718,3 | 32,024 | 0,00001  |
| Período              | 1      | 400792,3 | 400792,3 | 21,473 | 0,00003  |
| Lagoa*Período        | 2      | 457555,4 | 228777,7 | 12,257 | 0,00003  |
| Lagoa*/P. Seco       | 2      | 103020,9 | 51510,43 | 2,75   | 0,07401  |
| Lagoa*P. Chuvoso     | 2      | 1549971  | 774985   | 41,52  | 3,40E-11 |
| Período*L. Camargo   | 1      |          | 45575,84 | 2,44   | 0,12484  |
| Período*L. Coqueiral | 1      |          | 473,2941 | 0,02   | 0,88812  |
| Período*L. Cavalos   | 1      |          | 810298,4 | 43,4   | 3,15E-08 |
| Resíduo              | 48     | 895910,1 | 18664,79 |        |          |
| Coef. Variação       | 41,101 |          |          |        |          |

TABELA 15. Quadro do Teste de Duncam comparando nitrogênio da água nas lagoas no período chuvoso. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável                   | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Nitrogênio Total (chuvoso) | 286,79b       | 214,08b         | 754,78a           |

## FÓSFORO TOTAL

No período seco foram detectadas as maiores concentrações de fósforo dissolvido, em relação ao período chuvoso nas lagoas do Camargo e Coqueiral e, na lagoa dos Cavalos foi verificado um comportamento inverso.

As maiores concentrações deste elemento no período seco, na lagoa do Camargo foram verificadas no ponto C das transeções 1 e 3. Entre os pontos amostrados da lagoa do Coqueiral, não ocorreram grandes variações das concentrações de fósforo, sendo que a maior concentração foi verificada no ponto B da transeção 2. Na lagoa dos Cavalos, os maiores valores foram encontrados no ponto C da transeção 2 e 3 e ponto B da transeção 1.

No período chuvoso, os pontos A e B transeção 2 e A do transeção 3 apresentaram as maiores concentrações para este elemento, na lagoa do Camargo. Na lagoa do Coqueiral no ponto B da transeção 3, foi detectada a maior concentração de fósforo. Os pontos C da transeção 2, A e B da transeção 3 e B da transeção 1, apresentaram as maiores concentração para este elemento, na lagoa dos Cavalos (Fig.13).

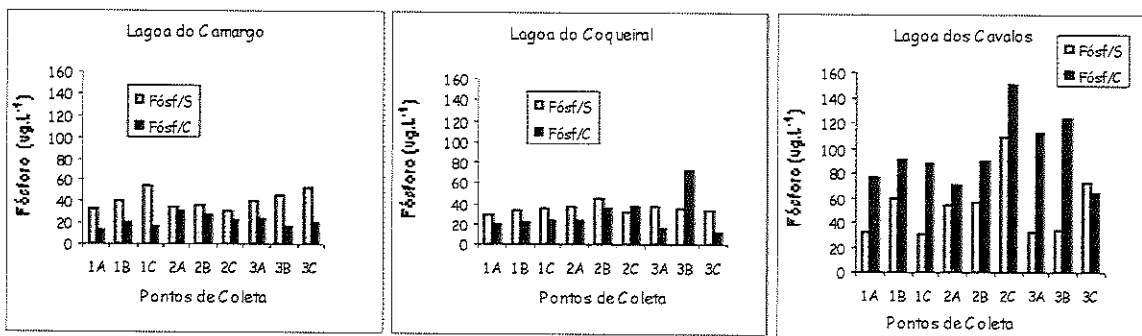


FIGURA 13. Valores da concentração de fósforo-total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intremediária) e C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

O fósforo total da água mostrou variação significativa ( $p < 0,05$ ), para o fator **Lagoa**, para o fator **Período** não foi detectada nenhuma variação significativa ( $p > 0,05$ ). Foi detectada interação entre os fatores **Lagoa\*Período** ( $p < 0,05$ ). Entre os períodos, na época chuvosa, foi detectada uma diferença entre as lagoas (Tabela 16). No período chuvoso, as lagoas do Camargo e Coqueiral não diferiram entre si. Contudo o valor desta variável, foi maior para a lagoa dos Cavalos (Tabela 17).

TABELA 16 Resultado da análise de variância para fósforo total da água, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fontes de Variação   | GL     | SQ       | QM       | F      | p          |
|----------------------|--------|----------|----------|--------|------------|
| Lagoa                | 2      | 22002,90 | 11001,45 | 35,414 | 0,00001    |
| Período              | 1      | 394,2002 | 394,2002 | 1,269  | 0,26557    |
| Lagoa*Período        | 2      | 10008,89 | 5004,444 | 16,110 | 0,00001    |
| Lagoa*P. Seco        | 2      | 1449,828 | 724,9138 | 2,33   | 0,10820    |
| Lagoa*P. Chuvoso     | 2      | 30561,96 | 15280,98 | 49,19  | 2,3890E-12 |
| Período*L. Camargo   | 1      |          | 1903,44  | 6,13   | 0,01687    |
| Período*L. Coqueiral | 1      |          | 174,84   | 0,56   | 0,45791    |
| Período*L. Cavalos   | 1      |          | 8324,803 | 26,8   | 4,4023E-06 |
| Resíduo              | 48     | 14911,15 | 310,6489 |        |            |
| Coef. Variação       | 38,419 |          |          |        |            |

TABELA 17. Resultado do Teste de Duncan comparando fósforo total da água nas lagoas no período chuvoso. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável                | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|-------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Fósforo Total (chuvoso) | 20,81b        | 29,0b           | 95,9a             |

## NITROGÊNIO DO SEDIMENTO

As porcentagens de nitrogênio no sedimento nos pontos amostrados nas três lagoas mostram que estas foram maiores no período seco, quando comparadas com os valores do período chuvoso. No período seco os pontos de maior porcentagem de nitrogênio, nas lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos foram respectivamente, B das transeções 1 e 2, C da transeção 3, C da transeção 2 e A da transeção 3, C da transeção 1 e A, B e C da transeção 2.

No período chuvoso, os pontos de maiores porcentagens de nitrogênio foram A e B das transeções 1 e 2 na lagoa do Camargo, C da transeção 2 e 3 da lagoa do Coqueiral e pontos C das transeções 2 e 3 na lagoa dos Cavalos (Fig.14).

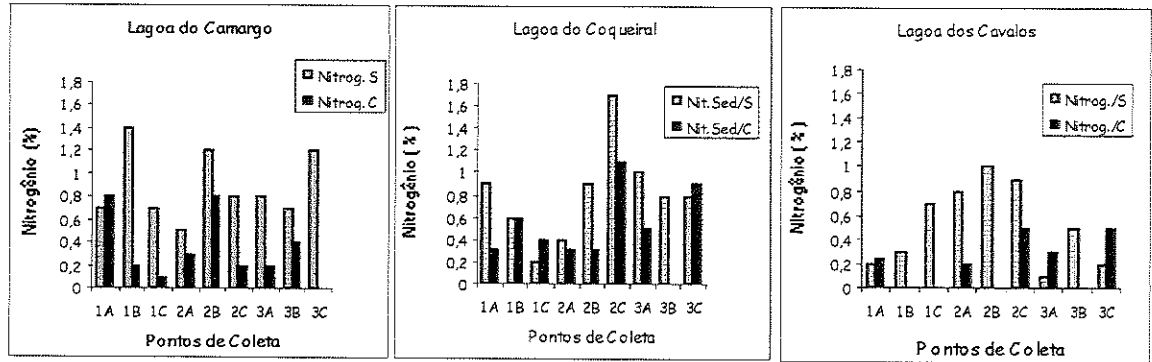


FIGURA 14. Valores de nitrogênio total (%) do sedimento, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

Foi detectada uma variação significativa ( $p < 0,05$ ), para os fatores **Lagoa** e **Período**. Não foi detectada interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre os fatores **Lagoa\*Período** (Tabela 18). As lagoas do Camargo e Coqueiral, não variaram entre si e a porcentagem de nitrogênio no sedimento foi maior nestas duas lagoas, quando comparada com o valor da lagoa dos Cavalos (Tabela 19).

TABELA 18. Resultado da análise de variância para a porcentagem de nitrogênio do sedimento, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL     | SQ        | QM            | F      | p       |
|-------------------|--------|-----------|---------------|--------|---------|
| Lagoa             | 2      | 1,334070  | 0,6670352     | 7,224  | 0,00181 |
| Período           | 1      | 1,717351  | 1,717351      | 18,599 | 0,00008 |
| Lagoa*Período     | 2      | 0,2330336 | 0,1165168     | 1,262  | 0,29235 |
| Resíduo           | 48     | 4,432176  | 0,9233700E-01 |        |         |
| Coef. Variação    | 56,641 |           |               |        |         |

TABELA 19. Resultado do Teste de Duncan comparando a porcentagem de nitrogênio do sedimento nas lagoas. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável             | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|----------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Nitrogênio Sedimento | 0,6178a       | 0,675a          | 0,316b            |

### FÓSFORO DO SEDIMENTO

As maiores porcentagens de fósforo no sedimento, foram verificadas no período seco. Na lagoa do Camargo, o ponto com maior porcentagem deste elemento, foi o B da transeção 1. No ponto B da transeção 2, foi evidenciada uma maior porcentagem deste elemento, na lagoa do Coqueiral. Na lagoa dos Cavalos, a maior porcentagem foi encontrada no ponto A da transeção 2.

No período chuvoso, as maiores porcentagens foram verificadas nos pontos A e B da transeção 2 e 3 na lagoa do Camargo, ponto C da transeção 1 e 2 na lagoa do Coqueiral e na lagoa dos Cavalos nos pontos C das transeções 2 e 3, respectivamente (Fig. 15).

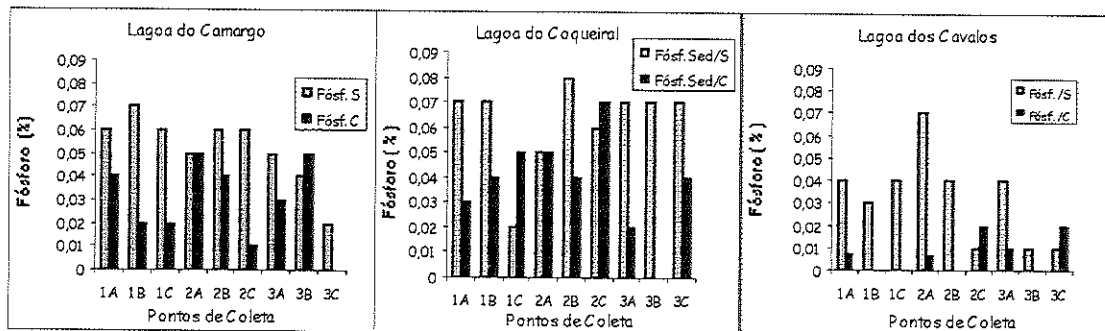


FIGURA 15. Valores de fósforo total (%) do sedimento, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C. Pontos que não estão representados nos gráficos não foram coletados.

A porcentagem de fósforo no sedimento diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) para os fatores Lagoa e Período, porém não ocorreu interação entre os fatores Lagoa\*Período ( $P > 0,05$ ) (Tabela 20). Na lagoa do Coqueiral, foi verificado o maior valor desta variável e o menor valor, na lagoa dos Cavalos (Tabela 21).

TABELA 20. Resultado da análise de variância para a porcentagem de fósforo do sedimento, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL     | SQ            | QM            | F      | p       |
|-------------------|--------|---------------|---------------|--------|---------|
| Lagoa             | 2      | 0,9865335E-02 | 0,4932668E-02 | 19,649 | 0,0001  |
| Período           | 1      | 0,7072665E-02 | 0,7072665E-02 | 28,173 | 0,0001  |
| Lagoa*Período     | 2      | 0,6533346E-04 | 0,3266673E-04 | 0,130  | 0,87840 |
| Resíduo           | 48     | 0,1204999E-01 | 0,2510415E-03 |        |         |
| Coef. Variação    | 42,314 |               |               |        |         |

TABELA 21. Resultado do Teste de Duncam comparando a porcentagem de fósforo do sedimento nas lagoas. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável          | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|-------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Fósforo Sedimento | 0,0405b       | 0,0522a         | 0,0195c           |

## GRANULOMETRIA DO SEDIMENTO

### AREIA

O maior valor percentual de areia no período seco foi verificado no ponto C da transeção 3 na lagoa do Camargo. Na lagoa do Coqueiral, foi no ponto B da transeção 1 e na lagoa dos Cavalos, nos pontos A da transeção 1, 2 e 3 e B da transeção 3.

No período chuvoso, os pontos B e C da transeção 1 e C da transeção 2 na lagoa do Camargo, foram aqueles em que se verificou a maior porcentagem de areia. Na lagoa do Coqueiral, a maior porcentagem foi encontrada no ponto C da transeção 2. Os pontos com as maiores porcentagens da lagoa dos Cavalos foram A das transeções 1, 2 e 3 (Fig.16).

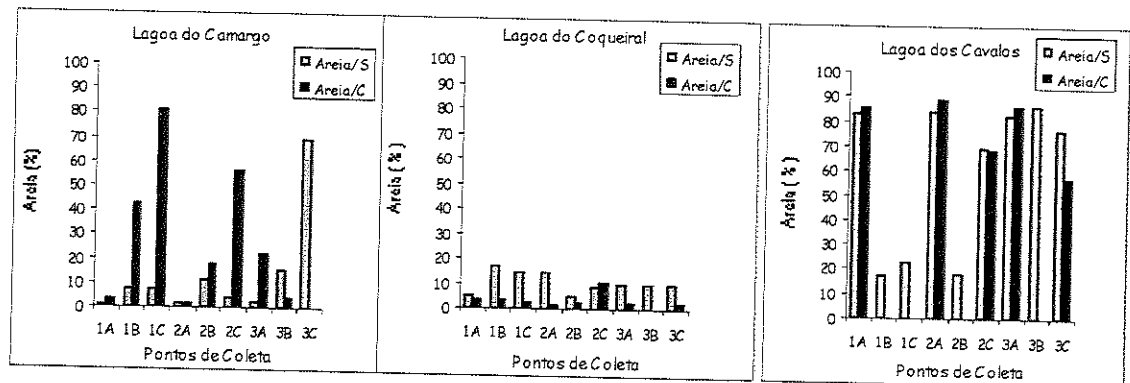


FIGURA 16. Valores de areia (%), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos período seco S e chuvoso C.

Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram encontradas para a porcentagem de areia no sedimento com relação ao fator **Lagoa**. Em relação ao fator **Período**, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Não foi verificada interação entre os fatores **Lagoa\*Período** ( $p > 0,05$ ) (Tabela 22). O maior valor da variável em questão foi verificado na Lagoa dos Cavalos e o menor valor na lagoa do Coqueiral (Tabela 23).

TABELA 22. Resultados da análise de variância para a porcentagem de areia, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio), F (fator).

| Fonte de Variação | GL     | SQ       | QM       | F      | p       |
|-------------------|--------|----------|----------|--------|---------|
| Lagoa             | 2      | 18384,21 | 9192,104 | 12,983 | 0,00003 |
| Período           | 1      | 164,5361 | 164,5361 | 0,232  | 0,63223 |
| Lagoa*Período     | 2      | 1703,171 | 851,5853 | 1,203  | 0,30924 |
| Resíduo           | 48     | 33984,33 | 708,0069 |        |         |
| Coef. Variação    | 104,68 |          |          |        |         |

TABELA 23. Resultados do Teste de Duncaam comparando a porcentagem de areia no sedimento das lagoas. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|----------|---------------|-----------------|-------------------|
| Areia    | 19,32b        | 6,49c           | 50,44a            |

## ARGILA

As maiores porcentagens de argila foram obtidas na lagoa do Camargo, nos pontos A e B da transeção 1 e 3, B da transeção 2, no período seco. Na lagoa do Coqueiral, as maiores porcentagens foram registradas nos pontos A e B da transeção 3, C da transeção 1. Para a lagoa dos Cavalos, os pontos com as maiores porcentagens foram, B e C da transeção 1 e B da transeção 2.

No período chuvoso, as maiores porcentagens verificadas na lagoa do Camargo foram nos pontos A da transeção 1 e 2, B da transeção 2 e 3. Para a lagoa do Coqueiral, os maiores valores foram, nos pontos C da transeção 1 e 3 e B da transeção 2. Na lagoa dos Cavalos, foram nos pontos C da transeção 2 e 3 (Fig.17).

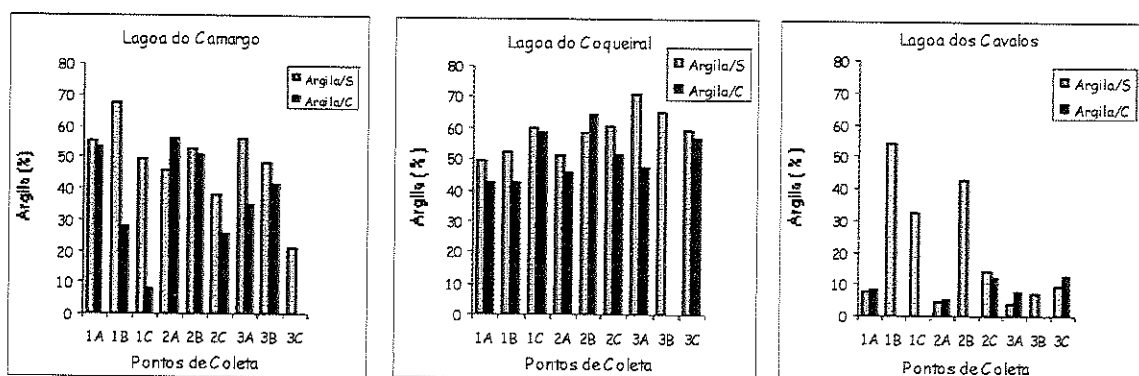


FIGURA 17. Valores de argila (%), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

Foi verificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ), para os fatores **Lagoa** e **Período**. Não foi detectada nenhuma interação entre os fatores **Lagoa\*Período** ( $p > 0,05$ ) (Tabela 24). A



maior porcentagem de argila foi encontrada na lagoa do Coqueiral e a menor na lagoa dos Cavalos (Tabela 25).

TABELA 24. Resultado da análise de variância para a porcentagem de argila no sedimento das lagoas, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL    | SQ       | QM       | F      | P       |
|-------------------|-------|----------|----------|--------|---------|
| Lagoa             | 2     | 14729,93 | 7364,966 | 33,226 | 0,00001 |
| Período           | 1     | 2577,983 | 2577,983 | 11,630 | 0,00133 |
| Lagoa*Período     | 2     | 21,88845 | 10,94423 | 0,49   | 0,61565 |
| Resíduo           | 48    | 10639,86 | 221,6637 |        |         |
| Coef. Variação    | 42,75 |          |          |        |         |

TABELA 25. Resultado do Teste de Duncan comparando a porcentagem de argila no sedimento das lagoas. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|----------|---------------|-----------------|-------------------|
| Argila   | 40,72b        | 51,44a          | 12,3c             |

## SILTE

As maiores porcentagens de silte no período seco na lagoa do Camargo foram verificadas nos pontos A, C da transeção 1 e 2. Na lagoa do Coqueiral, foram determinadas no ponto A da transeção 1 e na lagoa dos Cavalos, nos pontos B e C da transeção 1 e B da transeção 2.

No período chuvoso, as maiores porcentagens foram encontradas nos pontos A das transeções 1, 2 e 3, B da transeção 3, na lagoa do Camargo. Para a lagoa do Coqueiral, os

pontos com maiores porcentagens foram A das transeções 1, 2 e 3, e o B da transeção 1. Na lagoa dos Cavalos, as maiores porcentagens foram obtidas nos pontos C das transeções 2 e 3 (Fig.18).

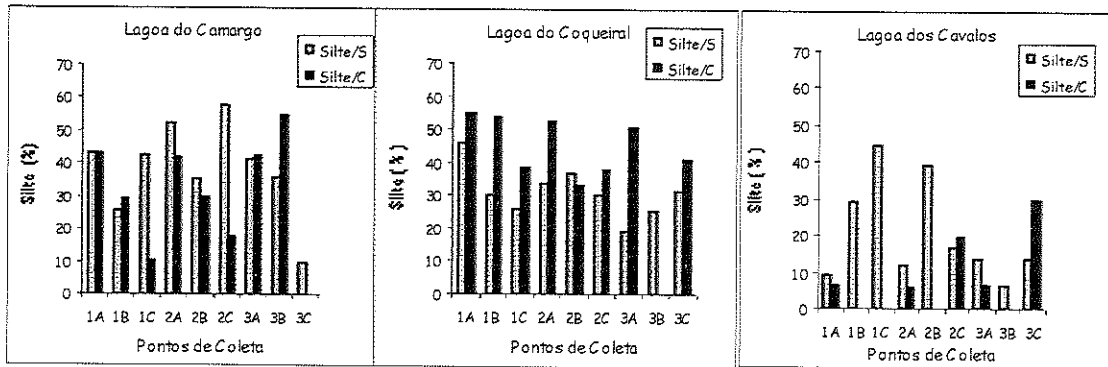


FIGURA 18. Valores de silte (%), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

Foi verificada uma variação significativa ( $p < 0,05$ ) para o fator **Lagoa**, mas não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em relação ao fator **Período**, nem interação entre os fatores (Tabela 26). As médias nas lagoas do Camargo e Coqueiral não diferiram entre si estatisticamente e os valores de silte nestas lagoas foram maiores que aquele o valor encontrado na lagoa dos Cavalos (Tabela 27).

TABELA 26. Resultado da análise de variância para a porcentagem de silte no sedimento das lagoas, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL    | SQ       | QM       | F      | p       |
|-------------------|-------|----------|----------|--------|---------|
| Lagoa             | 2     | 5600,488 | 2800,244 | 14,218 | 0,00001 |
| Período           | 1     | 293,3564 | 293,3564 | 1,489  | 0,22826 |
| Lagoa/Período     | 2     | 1086,677 | 543,3383 | 2,759  | 0,07343 |
| Resíduo           | 48    | 9453,644 | 196,9509 |        |         |
| Coef. Variação    | 49,80 |          |          |        |         |

TABELA 27. Resultado do Teste de Duncam comparando a porcentagem de silte no sedimento das lagoas. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|----------|---------------|-----------------|-------------------|
| Silte    | 34,18a        | 36,51a          | 13,83b            |

### PORCENTAGEM DO CONTEÚDO DE ÁGUA DO SEDIMENTO

No período seco, as maiores porcentagens de conteúdo de água no sedimento na lagoa do Camargo foram obtidos nos pontos A da transeção 1 e C da transeção 3. Na lagoa do Coqueiral, os pontos com maior porcentagem foram os pontos A das transeções 1, 2 e 3. Os pontos A da transeção 1, 2 e 3, C da transeção 2, B e C da transeção 3, foram os pontos com maior porcentagem de conteúdo de água na lagoa dos Cavalos.

Os pontos C das transeções 1 e 2 da lagoa do Camargo, A, B da transeção 1, A das transeções 2 e 3, C da transeção 3 da lagoa do Coqueiral e A das transeções 1 e 2 da lagoa dos Cavalos, foram aqueles com a maior porcentagem de conteúdo de água, no período chuvoso (Fig. 19).

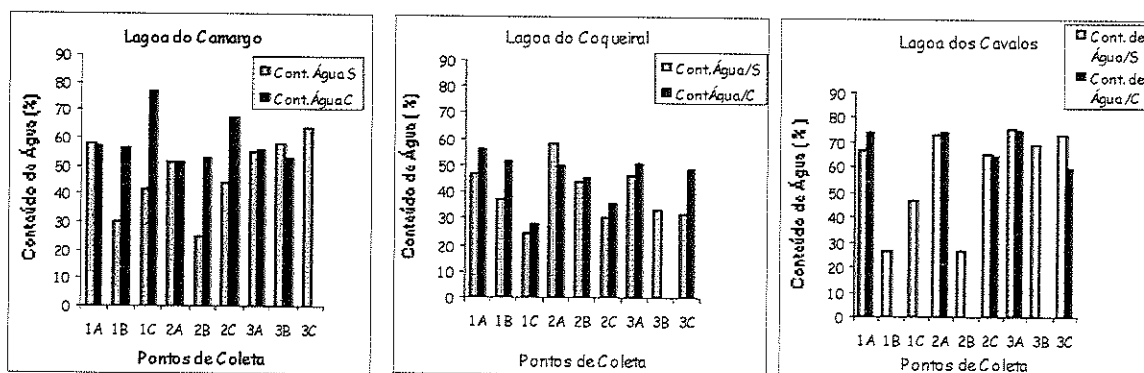


FIGURA 19. Valores do conteúdo de água do sedimento (%), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

Não foi detectada nenhuma variação significativa ( $p > 0,05$ ) para os fatores Lagoa e Período. Não ocorreu interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ) (Tabela 28).

TABELA 28. Resultado da análise de variância para porcentagem de água do sedimento, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL    | SQ       | QM       | F     | p       |
|-------------------|-------|----------|----------|-------|---------|
| Lagoa             | 2     | 1026,812 | 513,4060 | 1,106 | 0,33908 |
| Período           | 1     | 263,5647 | 263,5647 | 0,568 | 0,45473 |
| Lagoa*Período     | 2     | 1583,802 | 791,9011 | 1,706 | 0,19235 |
| Resíduo           | 48    | 22276,36 | 464,0907 |       |         |
| Coef. Variação    | 46,88 |          |          |       |         |

### MATÉRIA ORGÂNICA DO SEDIMENTO

Os pontos com maior porcentagem de matéria orgânica do sedimento, no período seco na lagoa do Camargo foram C das transeções 1 e 2, B da transeção 2 e, na lagoa do Coqueiral, C da transeção 1 e A das transeções 2 e 3. Para a lagoa dos Cavalos, os pontos com maior porcentagem foram os pontos B das transeções 1 e 2.

Os pontos A e B da transeção 2 e B da transeção 3 da lagoa do Camargo, C das transeções 1 e 2, A da transeção 3 da lagoa do Coqueiral e pontos C das transeções 2 e 3 foram pontos com maior porcentagem de matéria orgânica, no período chuvoso (Fig.20).

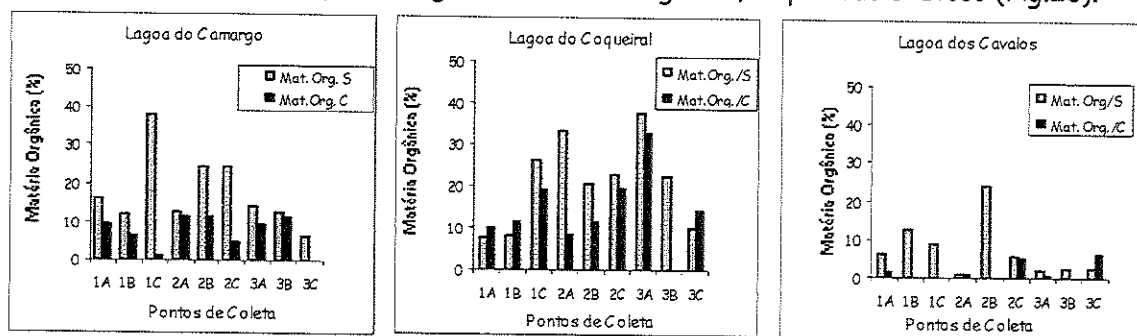


FIGURA 20. Valores do conteúdo de matéria orgânica do sedimento (%), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco S e chuvoso C.

A porcentagem de matéria orgânica do sedimento, diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ), para os fatores **Lagoa** e **Período**, mas não houve interação entre os fatores ( $p < 0,05$ ) (Tabela 29). A lagoa com maior porcentagem de matéria orgânica do sedimento, foi a lagoa do Coqueiral e a lagoa com o menor porcentagem foi a lagoa dos Cavalos (Tabela 30).

TABELA 29. Resultado da análise de variância para a porcentagem de matéria orgânica do sedimento, ao nível de 5% de significância. GL (grau de liberdade), SQ (soma de quadrados), QM (quadrado médio).

| Fonte de Variação | GL    | SQ       | QM       | F      | P       |
|-------------------|-------|----------|----------|--------|---------|
| Lagoa             | 2     | 1718,835 | 859,4175 | 14,580 | 0,00001 |
| Período           | 1     | 890,3582 | 890,3582 | 15,105 | 0,00031 |
| Lagoa*Período     | 2     | 55,83843 | 27,91922 | 0,474  | 0,62538 |
| Resíduo           | 48    | 2829,379 | 58,94539 |        |         |
| Coef. Variação    | 65,37 |          |          |        |         |

TABELA 30. Resultado do Teste de Duncam comparando a porcentagem de matéria orgânica do sedimento das lagoas. Médias com a mesma letra, não são significativamente diferentes ao nível de 5%.

| Variável         | Lagoa Camargo | Lagoa Coqueiral | Lagoa dos Cavalos |
|------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Matéria Orgânica | 12,58b        | 18,19a          | 4,45c             |

## ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

Esta análise foi utilizada para separar os pontos de coleta das lagoas nos períodos estudados (seco Agosto/98 e chuvoso Fevereiro/99) nas diferentes transeções 1, 2 e 3 e nas diferentes posições dentro das transeções, A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea) em grupos semelhantes, baseando-se nas variáveis físicas e químicas da água e do sedimento.

### ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS VARIÁVEIS DO SEDIMENTO

O dendrograma dos pontos de coleta da Figura 21 apresenta a análise de agrupamento para as variáveis do sedimento. A linha pontilhada separa os pontos em dois grupos:  $G_1$  é formado predominantemente pelas lagoas Camargo (1) e Coqueiral (2) com apenas três pontos da lagoa dos Cavalos (3);  $G_2$ , predominantemente pelos pontos da lagoa dos Cavalos e dois pontos da lagoa do Camargo.

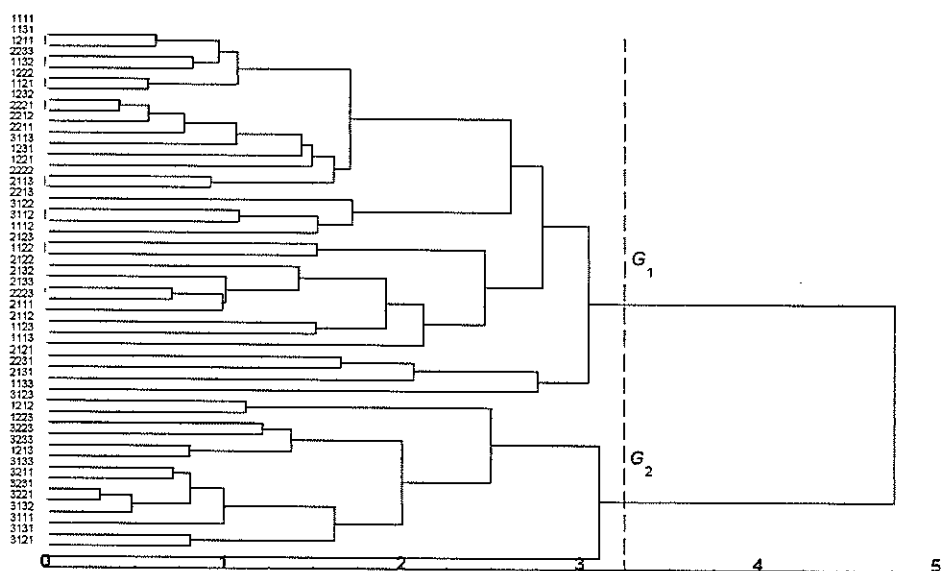


FIGURA 21. Dendrograma dos pontos de coleta separados em dois grupos  $G_1$  e  $G_2$  segundo as características do sedimento; o primeiro dígito indica a lagoa Camargo(1), Coqueiral (2) e Cavalos (3), o segundo o período de coleta (1-seco, 2-chuvoso), o terceiro a transeção (1,2,e,3), e o quarto a posição na transeção (1-A, 2-B, 3-C). A régua indica a distância euclidiana.

## ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

O dendrograma dos pontos de coleta é apresentado na Figura 22. A linha pontilhada separa os pontos em três grupos:  $G_1$  é formado pelas lagoas Camargo (1) e Coqueiral (2) nos dois períodos (seco e chuvoso) e pela lagoa dos Cavalos (3) no período seco;  $G_2$ , pela lagoa dos Cavalos no período chuvoso;  $G_3$ , por um ponto da lagoa dos Cavalos com características atípicas.

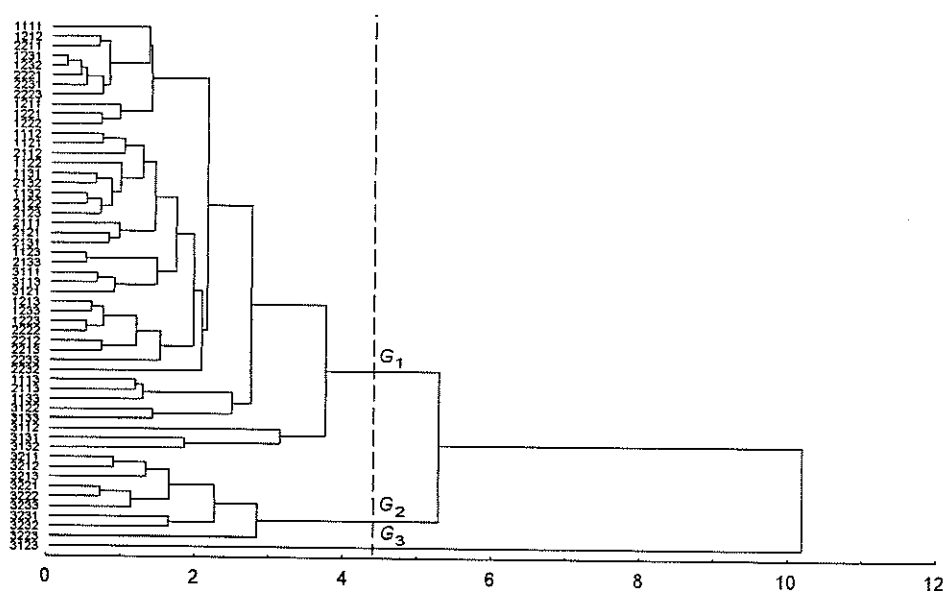


Figura 22. Dendrograma dos pontos de coleta separados em três grupos  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_3$  segundo as características da água, o primeiro dígito indica a lagoa 1 (Lagoa do Camargo), 2 (Lagoa do Coqueiral) e 3 (Lagoa dos Cavalos), o segundo o período de coleta (1-seco e 2-chuvoso), o terceiro a transeção (1, 2 e 3), e o quarto a posição na transeção (1-A, 2-B e 3-C). A régua indica a distância euclidiana.

## ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

O objetivo da análise de componentes principais é considerar  $P$  variáveis  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (características das variáveis físicas e químicas da água e do sedimento) e encontrar suas combinações a fim de produzir índices  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$  que não sejam correlacionados.

Os pontos de coleta das lagoas nos períodos estudados, nas diferentes transeções e nas diferentes posições dentro das transeções, foram ordenados segundo as características físicas e químicas da água e do sedimento.

### ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DAS VARIÁVEIS DO SEDIMENTO

Os pontos de coleta das lagoas Camargo, Coqueiral e Cavalos nos períodos seco e chuvoso, nas diferentes transeções (1, 2 e 3) e nas diferentes posições (A, B e C) dentro da transeção foram ordenadas segundo os componentes principais 1 e 2 como mostra a Figura 23. Os componentes principais 1 e 2 explicam 65,1% e 14,2% da variação total dos dados, respectivamente. Os dois componentes juntos explicam 79,3 % da variação total dos dados.

O grupo  $G_1$  (lagoa do Camargo, Coqueiral e alguns pontos da lagoa dos Cavalos) foi caracterizado por um sedimento com mais fósforo, matéria orgânica, silte e argila em relação a componente principal 1 ( $CP_1$ ), enquanto que o grupo  $G_2$  (lagoa dos Cavalos e alguns pontos da lagoa do Camargo), por um sedimento com mais areia e água. Em ambos os grupos, houve uma variação da quantidade de nitrogênio do sedimento (indicada pelo  $CP_2$ ) com uma variação ligeiramente maior para os pontos do grupo  $G_1$  do que o grupo  $G_2$ .

Nota-se que, no grupo  $G_1$ , há sedimentos mais argilosos e "siltosos", enquanto que, no grupo  $G_2$ , mais arenosos.

As setas dos gráficos da Figura 23 são resultados da tabela de *Loadings* (Tabela 31) com as correlações<sup>1</sup> entre as variáveis originais e as componentes principais 1 e 2. As variáveis originais com altas correlações<sup>1</sup> com as componentes principais contribuem mais para o posicionamento dos pontos em relação aos componentes principais.

---

<sup>1</sup> Correlações em valores absolutos  $>0,70$



Tabela 31. *Loadings* das componentes principais 1 e 2 e a variância explicada por cada componente. As correlações em valores absolutos maiores que 0,70 foram destacadas em azul.

| Variável                     | CP <sub>1</sub> | CP <sub>2</sub> |
|------------------------------|-----------------|-----------------|
| N                            | -0,542433       | 0,758465        |
| P                            | -0,771973       | 0,326982        |
| Areia                        | 0,944848        | 0,276899        |
| Argila                       | -0,935957       | -0,058228       |
| Silte                        | -0,751367       | -0,480296       |
| Conteúdo de H <sub>2</sub> O | 0,855791        | -0,021758       |
| MO                           | -0,777269       | -0,007015       |
| Variância Explicada          | 4,560           | 0,993           |
| Proporção da Total           | 0,651           | 0,142           |

<sup>1</sup> Correlações em valores absolutos >0,70

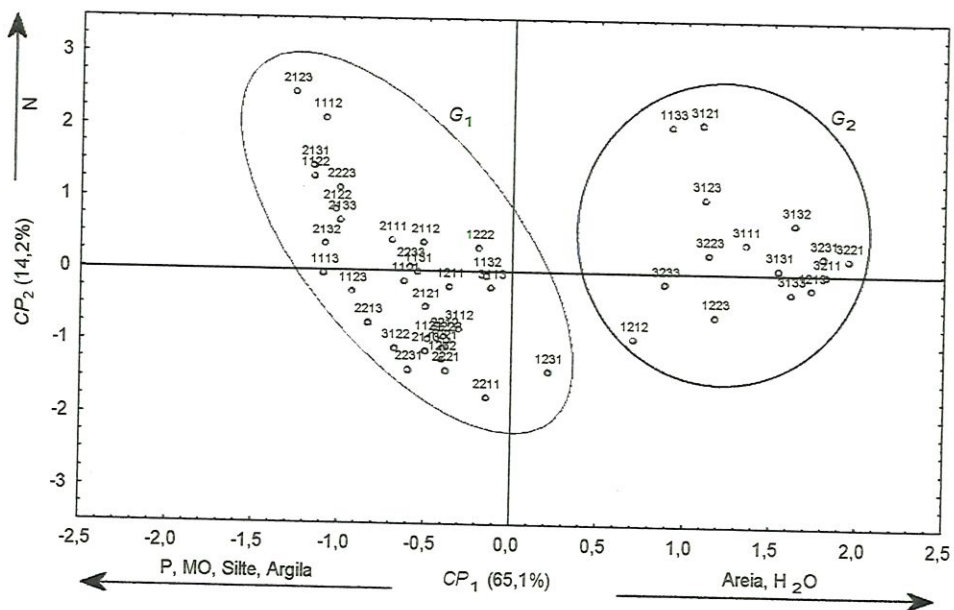


Figura 23. Os pontos de coleta ordenados segundo os componentes principais (CP) 1 e 2 (o primeiro dígito indica a lagoa Camargo (1), Coquieral(2) e Cavalos(3), o segundo o período de coleta (1-seco, 2-chuvoso), o terceiro o transecto (1, 2 e 3), e o quarto a posição no transecto (1-A, 2-B e 3-C). As setas indicam o sentido de aumento das variáveis originais dentro de cada componente principal. G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub> são os grupos formados pela análise de agrupamento.

## ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

Os pontos de coleta das lagoas Camargo (1), Coqueiral (2) e Cavalos (3) nos períodos (seco e chuvoso), nas diferentes transeções (1, 2 e 3) e nas diferentes posições dentro da transeção (A, B e C) foram ordenadas segundo os componentes principais 1 e 2 como mostra a Figura 24. Os componentes principais 1, 2 e 3 explicam 49,6%, 22,0% e 13,7% da variação total dos dados, respectivamente. Os três componentes juntos explicam 85,3 % da variação total dos dados.

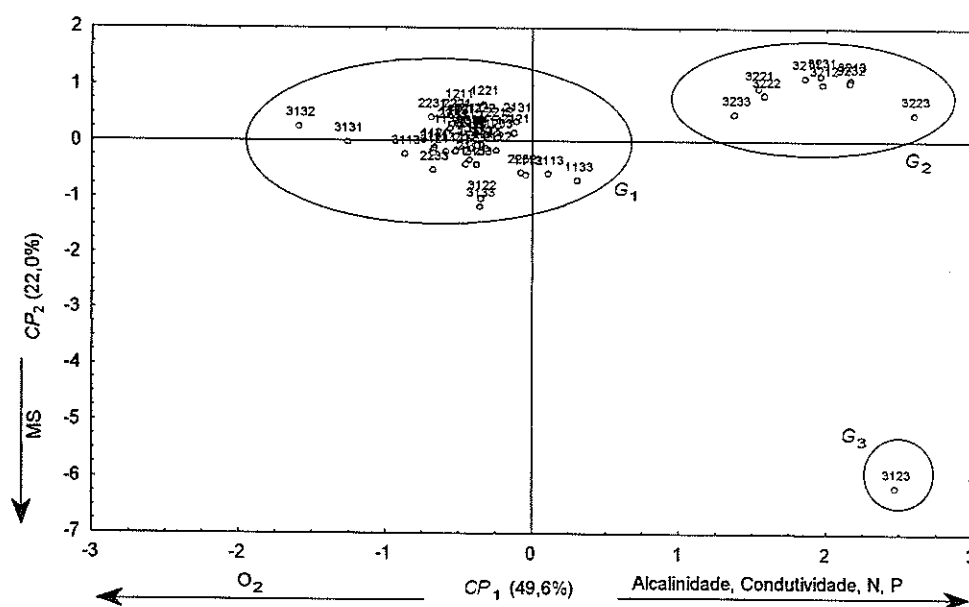


Figura 24. Os pontos de coleta ordenados segundo os componentes principais ( $CP_1$  e  $CP_2$ ) 1 e 2 (o primeiro dígito indica a lagoa Camargo (1), Coqueiral (2) e Cavalos (3), o segundo o período de coleta (1-seco e 2-chuvoso), o terceiro a transeção (1, 2 e 3), e o quarto a posição na transeção (1-A, 2-B e 3-C). As setas indicam o sentido de aumento das variáveis originais dentro de cada componente principal.  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_3$  são os grupos formados pela análise de agrupamento.

O grupo  $G_1$  foi caracterizado por pontos com maior concentração de  $O_2$  em relação ao componente principal 1 ( $CP_1$ ), enquanto que o grupo  $G_2$  e  $G_3$ , por pontos com maior alcalinidade, condutividade, nitrogênio e fósforo. O grupo  $G_1$  engloba os pontos com menor quantidade de material em suspensão em relação ao componente principal 2 ( $CP_2$ ), enquanto

que o grupo  $G_2$ , é intermediário e o grupo  $G_3$  é um ponto caracterizado por valor extremamente alto de material em suspensão.

O grupo  $G_2$  é formado exclusivamente por pontos da lagoa dos Cavalos no período chuvoso, que se comportam de forma bastante diferente dos pontos da mesma lagoa no período seco, que em sua maioria absoluta pertencem ao grupo  $G_1$ . Portanto, a lagoa dos Cavalos no período seco se aproxima bastante das características das lagoas Camargo e Coqueiral, exceto pelo ponto 3123 (L. Cavalos, Período seco, transeção 2 e ponto C).

É interessante chamar atenção para o fato de que este ponto é o que possui a menor profundidade (0,1m).

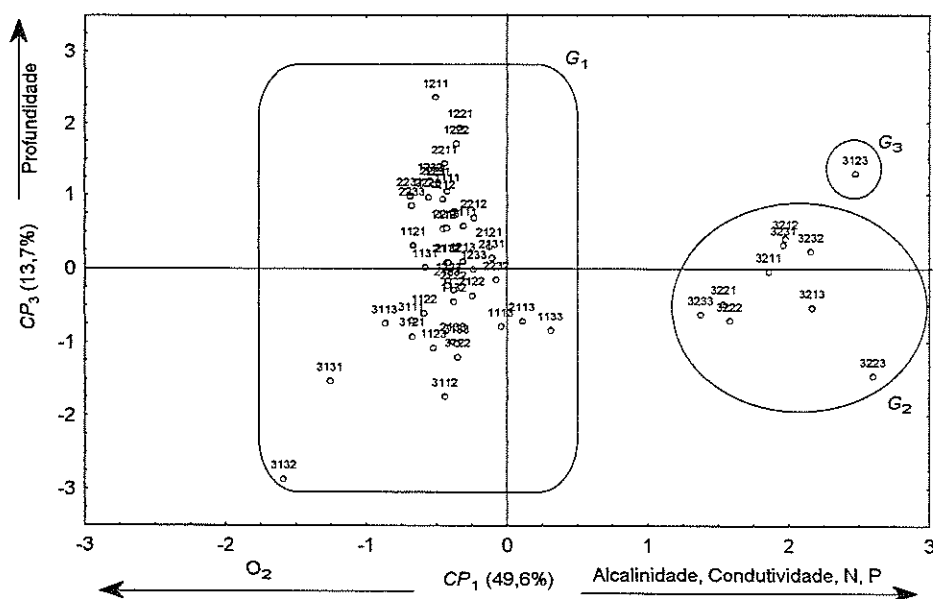


Figura 25. Os pontos de coleta ordenados segundo os componentes principais ( $CP$ ) 1 e 3 (o primeiro dígito indica a lagoa Camargo (1), Coqueiral (2) e Cavalos (3) o segundo o período de coleta (1-seco e 2-chuvoso), o terceiro a transeção (1, 2 e 3), e o quarto a posição na transeção (1-A, 2-B 3-C). As setas indicam o sentido de aumento das variáveis originais dentro de cada componente principal.  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_3$  são os grupos formados pela análise de agrupamento.

Em relação ao  $CP_3$ , pode-se verificar que os pontos do período seco do grupo  $G_1$  tenderam a apresentar maior profundidade e os pontos do período chuvoso tenderam a

apresentar menor profundidade. Esta tendência deve estar relacionada com a variação do nível da água as lagoas (maior no período seco e menor na estação chuvoso). O grupo  $G_2$  apresentou uma profundidade intermediária em relação ao  $CP_3$ .

As setas dos gráficos da Figura 24 e 25 são resultados da tabela de *Loadings* (Tabela 32) com as correlações entre as variáveis originais e as componentes principais 1, 2 e 3. As variáveis originais com altas correlações<sup>2</sup> com as componentes principais contribuem mais para o posicionamento dos pontos em relação aos componentes principais.

Tabela 32 *Loadings* das componentes principais 1, 2 e 3 e a variância explicada por cada componente. As correlações em valores absolutos maiores que 0,70 foram destacadas em azul.

| Variável            | CP <sub>1</sub> | CP <sub>2</sub> | CP <sub>3</sub> |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| O <sub>2</sub>      | -0,747133       | -0,431395       | -0,228653       |
| pH                  | -0,496992       | 0,558463        | -0,540973       |
| MS                  | 0,387367        | -0,878336       | 0,090029        |
| Condutividade       | 0,900051        | -0,045292       | 0,070600        |
| Alcalinidade        | 0,775185        | 0,540574        | -0,149080       |
| Profundidade        | -0,171011       | 0,439255        | 0,793646        |
| P                   | 0,861950        | -0,065562       | -0,297546       |
| N                   | 0,911252        | 0,053585        | -0,033310       |
| Variância Explicada | 3,969           | 1,764           | 1,100           |
| Proporção da Total  | 0,496           | 0,220           | 0,137           |

<sup>2</sup> Correlações em valores absolutos >0,70

<sup>2</sup> Correlações em valores absolutos >0,70

## BIOMASSA DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS

### LAGOA DO CAMARGO

As TABELAS 33 e 34, apresentam os valores de biomassa (parte área e submersa), para as espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa do Camargo, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nas regiões de transição litorânea-limnética (A), intermediária (B) e litorânea (C), nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

No período seco, o valor médio das três transeções para a região de transição litorânea-limnética (A), para a biomassa de *E. azurea* foi de 697,76gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Cyperus* sp, foi de 32,0gPS.m<sup>-2</sup>. Na região (B), o valor médio de *E. azurea* foi de 1044,6gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Cyperus* sp, o valor médio foi 71,29gPS.m<sup>-2</sup>. Na região (C) do mesmo período, o valor médio de biomassa para *E. azurea* foi 790,26gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Cyperus* sp, o valor médio foi de 193,08gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Salvinia* sp, o valor de biomassa foi mais baixo quando comparado com as outras espécies.

No período chuvoso, o valor médio de *E. azurea*, na região (A) foi de 766,30gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Salvinia* sp, o valor foi de somente 3,28gPS.m<sup>-2</sup>. Para a região (B), *E. azurea* apresentou um valor médio de 771,16gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Cyperus* sp, o valor foi de 13,84gPS.m<sup>-2</sup>. Na região (C), o valor médio de *Echinochloa polystachya* foi de 322,88gPS.m<sup>-2</sup>.

No período seco, foram encontradas apenas três espécies de macrófitas aquáticas nas regiões de coleta, (*E. azurea*, *Cyperus* sp e *Salvinia* sp). No período chuvoso, além destas três espécies, foi verificada a presença também *Echinochloa polystachya*.

As FIGURAS 26 e 27 apresentam os valores médios de biomassa das espécies de macrófitas aquáticas encontradas na 1ª, 2ª e 3ª transeção, na lagoa do Camargo nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Pode-se observar que, na 1ª transeção nos pontos B e C, foram verificadas as maiores biomassas, para o período seco, sendo que *E. azurea*, foi a espécie predominante. Na 2ª transeção (ponto A) maior biomassa foi encontrada. Na 3ª transeção no ponto C, maior biomassa foi encontrada, sendo que nesta transeção além de *E. azurea* e *Cyperus* sp, presentes em todos os pontos da transeção, verificou-se também a ocorrência de uma outra

macrófita aquática, *Salvinia* sp. Em ambas os pontos e transeções no período seco, *E. azurea* foi a espécie dominante, contribuindo com uma grande biomassa (Figura 26).

No período chuvoso, os pontos com maior biomassa em todas as transeções, foram A e B. Novamente *E. azurea*, foi a espécie com maior biomassa, seguida de *Echinochloa polystachya*, encontrada em todas os pontos C *Cyperus* sp e *Salvinia* sp, apresentaram pequenas biomassas em apenas duas transeções, no 1° e 3° (Figura 27).

TABELA 33. Biomassa (gPS/m<sup>2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas presentes no 1°, 2° e 3° transeções, nas regiões de transição litorânea-limnética (A), intermediária (B) e litorânea (C) na lagoa do Camargo, no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Regiões            | Espécie            | Biomassa (gPS/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1         | A                  | <i>E. azurea</i>   | 271,08                         |
|           | B                  | <i>E. azurea</i>   | 1865,04                        |
|           | B                  | <i>Cyperus</i> sp  | 50,56                          |
|           | C                  | <i>E. azurea</i>   | 676,92                         |
|           | C                  | <i>Cyperus</i> sp  | 356,12                         |
| 2         | A                  | <i>E. azurea</i>   | 946,00                         |
|           | A                  | <i>Cyperus</i> sp  | 32,00                          |
|           | B                  | <i>E. azurea</i>   | 363,20                         |
|           | B                  | <i>Cyperus</i> sp  | 137,72                         |
|           | C                  | <i>E. azurea</i>   | 137,0                          |
| 3         | C                  | <i>Cyperus</i> sp  | 57,20                          |
|           | A                  | <i>E. azurea</i>   | 876,20                         |
|           | B                  | <i>E. azurea</i>   | 905,76                         |
|           | B                  | <i>Cyperus</i> sp  | 25,60                          |
|           | B                  | <i>Salvinia</i> sp | 122,24                         |
|           | C                  | <i>E. azurea</i>   | 1556,88                        |
|           | C                  | <i>Cyperus</i> sp  | 165,92                         |
| C         | <i>Salvinia</i> sp | 58,00              |                                |

TABELA 34. Biomassa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) das espécies de macrófitas aquáticas presentes na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nas regiões de transição litorânea-limnética (A), intermediária (B) e litorânea (C) na lagoa do Camargo, no período chuvoso (Fevereiro/99).

| Transeção | Regiões | Espécie               | Biomassa ( $\text{gPS}/\text{m}^2$ ) |
|-----------|---------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1         | A       | <i>E. azurea</i>      | 542,16                               |
|           | B       | <i>E. azurea</i>      | 713,52                               |
|           | B       | <i>Cyperus</i> sp     | 13,84                                |
|           | C       | <i>E. polystachya</i> | 224,44                               |
| 2         | A       | <i>E. azurea</i>      | 843,52                               |
|           | B       | <i>E. azurea</i>      | 743,96                               |
|           | C       | <i>E. polystachya</i> | 247,92                               |
|           | A       | <i>E. azurea</i>      | 913,48                               |
| 3         | A       | <i>Salvinia</i> sp    | 3,28                                 |
|           | B       | <i>E. azurea</i>      | 856,00                               |
|           | C       | <i>E. polystachya</i> | 526,28                               |

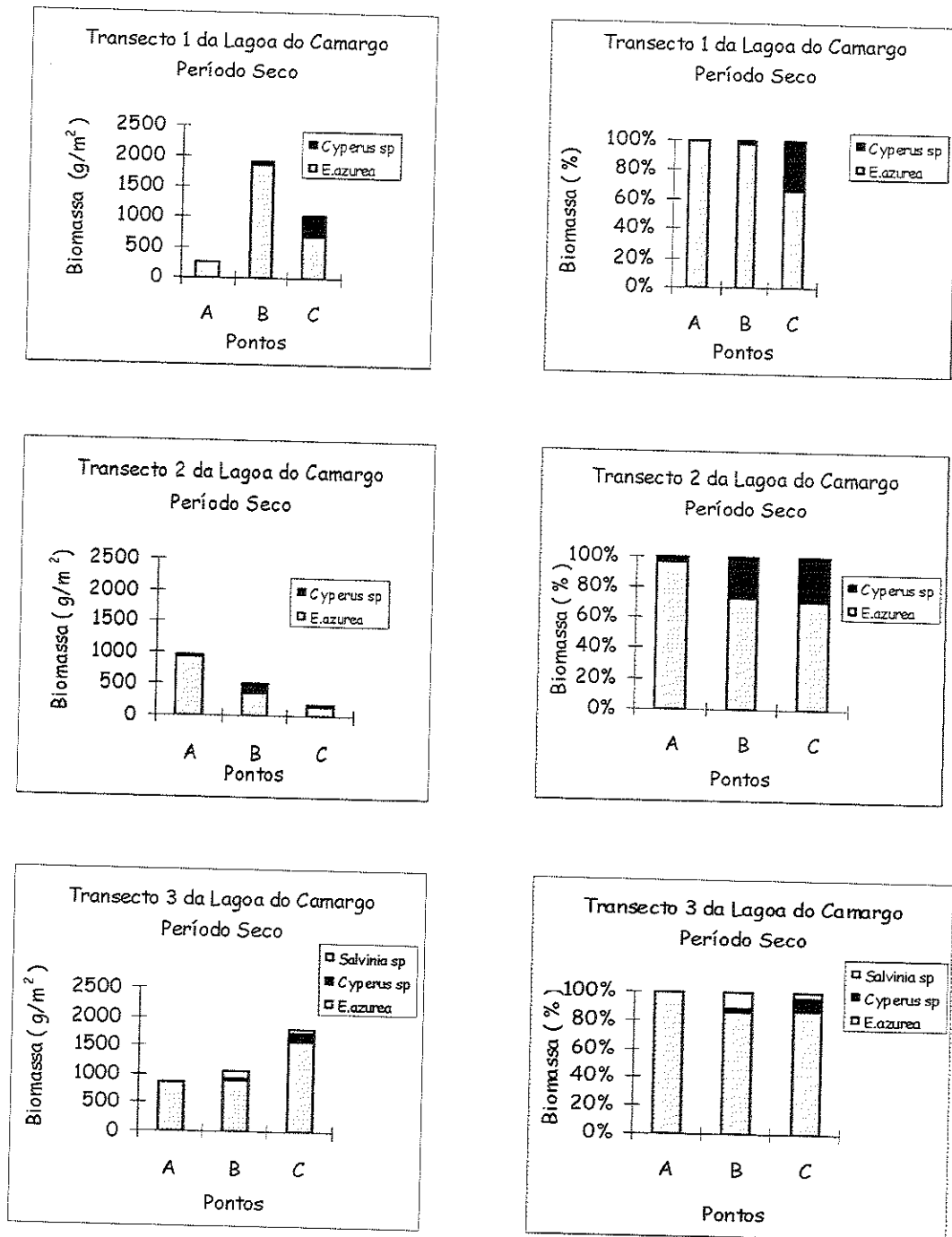


FIGURA 26. Biomassa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) das espécies de macrófitas aquáticas, nas transeções (1, 2 e 3), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), no período seco (Agosto/98) e participação percentual em relação à sua biomassa total.



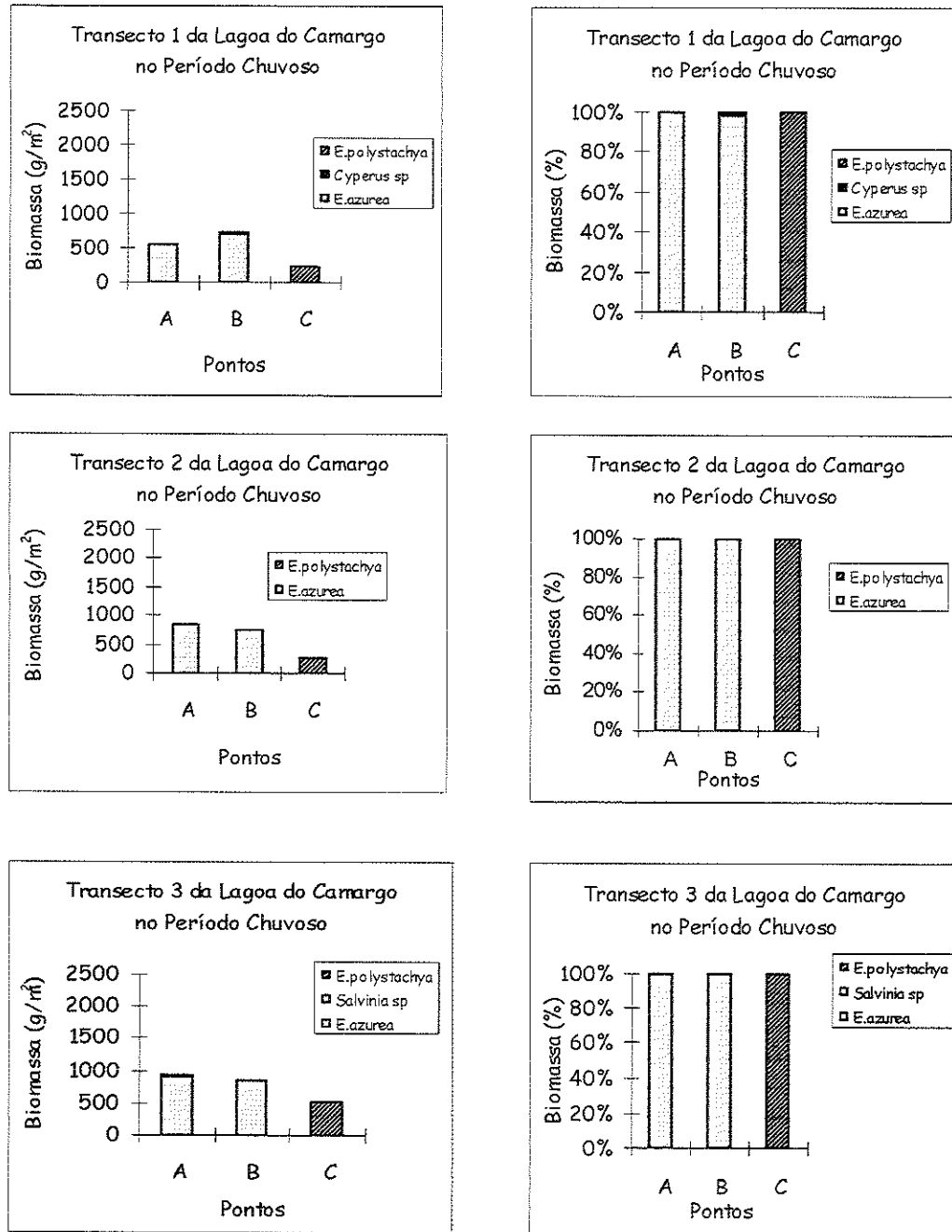


FIGURA 27. Biomassa ( $\text{gPS}/\text{m}^2$ ) das espécies de macrófitas aquáticas, nas transeções (1, 2 e 3), nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária), C (região litorânea), no período chuvoso (Fevereiro/99) e participação percentual em relação à sua biomassa total.



## LAGOA DO COQUEIRAL

As TABELAS 35 e 36 apresentam os valores de biomassa para as espécies de macrófitas aquáticas, encontradas na lagoa do Coqueiral, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

No ponto A, no período seco o valor médio para *Cyperus* sp foi de 476,90gPS.m<sup>-2</sup> e para *E. azurea* 401,4 gPS.m<sup>-2</sup>. *Salvinia* sp apresentou um valor de 2,08 gPS.m<sup>-2</sup>.

No ponto B, o valor médio para *Cyperus* sp foi de 274,1 gPS.m<sup>-2</sup> e para *E. azurea*, 691,0 gPS.m<sup>-2</sup>. Na região C, foi obtido o seguinte valor médio para *E. azurea* : 514,24 gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Cyperus* sp, o valor foi de 395,68 gPS.m<sup>-2</sup> e para *Utricularia* sp 3,72 gPS.m<sup>-2</sup>.

No período chuvoso, no ponto A, o seguinte valor médio para *E. azurea* foi encontrado: 279,3 gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Ludwigia* sp, o valor foi de 3,88 gPS.m<sup>-2</sup>; para *Polygonum* sp 74,88 gPS.m<sup>-2</sup>; para *Salvinia* sp 17,48 gPS.m<sup>-2</sup> e para *Brachiaria* sp 33,48 gPS.m<sup>-2</sup>.

No ponto B, o valor médio de *E. azurea* foi de 471,08 gPS.m<sup>-2</sup> e para *Salvinia* sp, o valor médio foi de 5,88 gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Brachiaria* sp o valor foi de 50,2 gPS.m<sup>-2</sup> e para *Polygonum* sp, 13,76 gPS.m<sup>-2</sup>.

No ponto C, o valor de *E. azurea* foi de 857,72 gPS.m<sup>-2</sup>, *Ludwigia* sp 121,8 gPS.m<sup>-2</sup>, *Cyperus* sp 62,68 gPS.m<sup>-2</sup> e *Echinochloa polystachya* 201,08 gPS.m<sup>-2</sup>.

No período seco, pouca variação na composição de espécies foi notada (apenas três : *E. azurea*, *Cyperus* sp e *Utricularia* sp). No período chuvoso, sete espécies foram registradas ( *E. azurea*, *Ludwigia* sp, *Salvinia* sp, *Brachiaria* sp, *Polygonum* sp, *Cyperus* sp e *Echinochloa polystachya* ).

As FIGURAS 28 e 29 apresentam os valores de biomassa das espécies de macrófitas aquáticas encontradas na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

No período seco, *E. azurea* e *Cyperus* sp , foram encontradas em todas as transeções, sendo que na 1ª e 2ª transeções, foram as espécies dominantes. Na 3ª transeção, além das duas espécies citadas anteriormente, foram encontradas mais duas espécies, *Salvinia* sp e *Utricularia* sp.

No período chuvoso, *E. azurea* foi encontrada em quase todas as regiões, com exceção do ponto C da 1ª e 3ª transeção. Nestas regiões foram substituídas por *Ludwigia* sp e *E. polystachya*, respectivamente. Na 3ª e 2ª transeções, foi encontrada maior variedade de espécies.

TABELA 35. Biomassa (gPS/m<sup>2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas presentes nas transeções 1, 2 e 3, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea) na lagoa do Coqueiral, no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Pontos                | Espécie            | Biomassa (gPS/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1         | A                     | <i>Cyperus</i> sp  | 142,52                         |
|           | B                     | <i>Cyperus</i> sp  | 366,04                         |
|           | B                     | <i>E. azurea</i>   | 1113,76                        |
|           | C                     | <i>Cyperus</i> sp  | 395,68                         |
| 2         | C                     | <i>E. azurea</i>   | 32,6                           |
|           | A                     | <i>Cyperus</i> sp  | 363,08                         |
|           | A                     | <i>E. azurea</i>   | 149,56                         |
|           | B                     | <i>E. azurea</i>   | 753,36                         |
| 3         | C                     | <i>E. azurea</i>   | 764,04                         |
|           | A                     | <i>Cyperus</i> sp  | 925,12                         |
|           | A                     | <i>E. azurea</i>   | 653,32                         |
|           | A                     | <i>Salvinia</i> sp | 2,08                           |
|           | B                     | <i>Cyperus</i> sp  | 182,16                         |
|           | B                     | <i>E. azurea</i>   | 205,96                         |
|           | C                     | <i>E. azurea</i>   | 449,08                         |
| C         | <i>Utricularia</i> sp | 3,72               |                                |

TABELA 36. Biomassa (gPS/m<sup>2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas presentes nas transeções 1, 2 e 3, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea) na lagoa do Coqueiral, no período chuvoso (Fevereiro/99).

| Transeção | Pontos | Espécie               | Biomassa (gPS/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------|-----------------------|--------------------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>      | 151,88                         |
|           | A      | <i>Ludwigia</i> sp    | 3,88                           |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 510,36                         |
|           | B      | <i>Salvinia</i> sp    | 0,6                            |
|           | C      | <i>Ludwigia</i> sp    | 12,8                           |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>      | 242,92                         |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 507,76                         |
|           | B      | <i>Brachiaria</i> sp  | 50,2                           |
|           | B      | <i>Polygonum</i> sp   | 13,76                          |
|           | B      | <i>Salvinia</i> sp    | 11,0                           |
|           | C      | <i>E. azurea</i>      | 857,72                         |
| 3         | C      | <i>Cyperus</i> sp     | 62,68                          |
|           | A      | <i>E. azurea</i>      | 443,2                          |
|           | A      | <i>Polygonum</i> sp   | 74,88                          |
|           | A      | <i>Salvinia</i> sp    | 17,48                          |
|           | A      | <i>Brachiaria</i> sp  | 33,48                          |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 395,12                         |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 201,08                         |

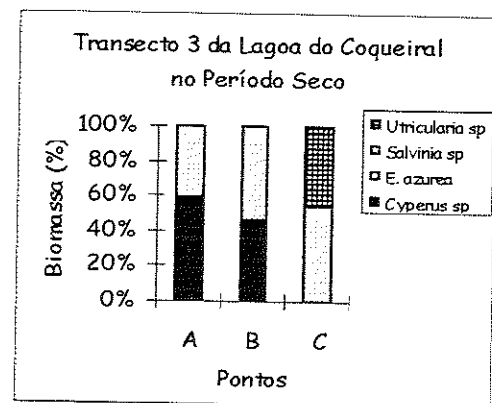
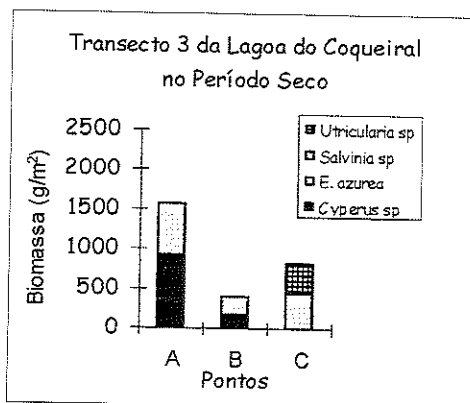
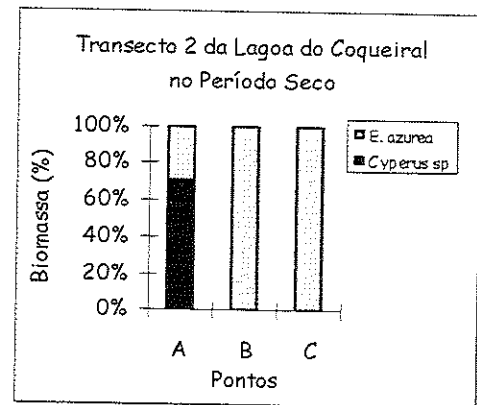
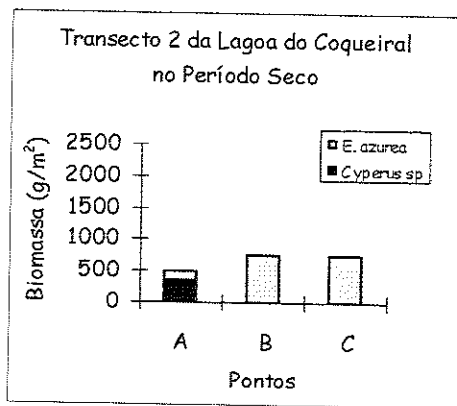
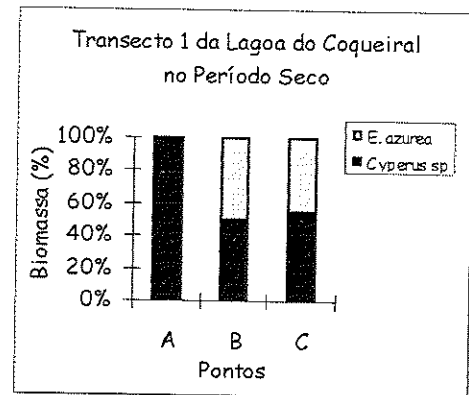
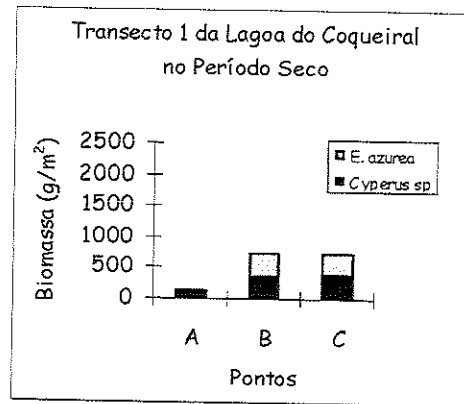


FIGURA 28. Biomassa (gPS/m<sup>2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas encontradas nas transeções 1, 2 e 3 nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea) na lagoa do Coqueiral no período seco (Agosto/98) e participação percentual em relação à biomassa total.

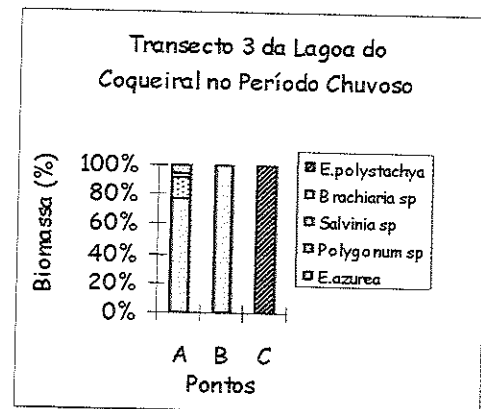
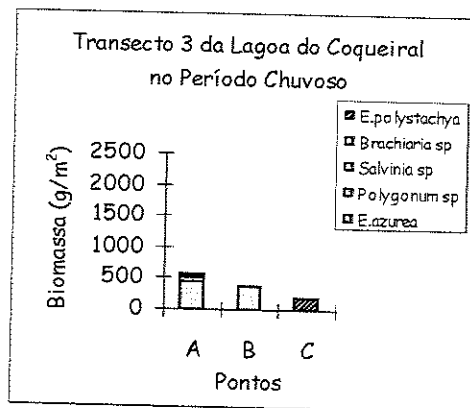
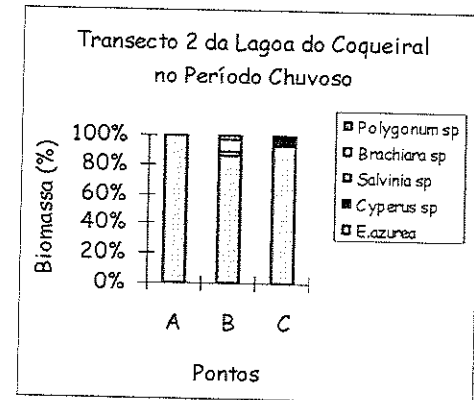
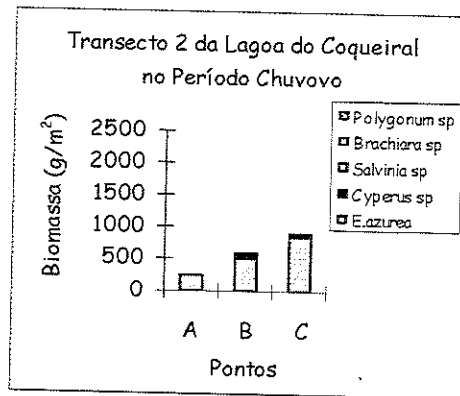
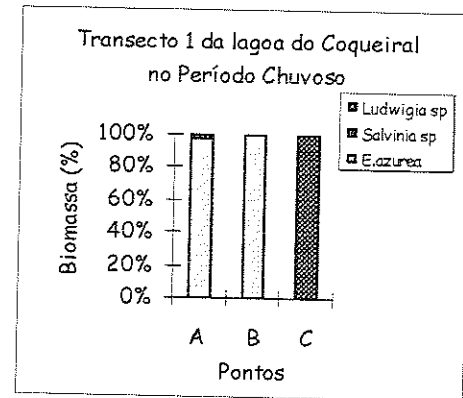
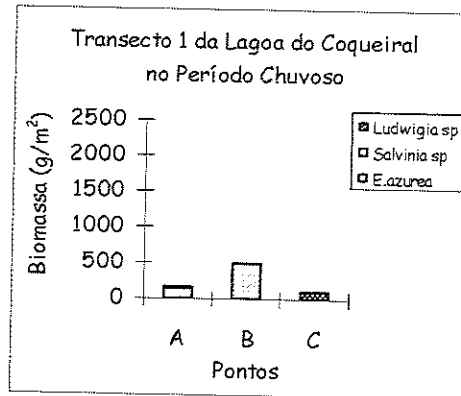


FIGURA 29. Biomassa ( $g/m^2$ ) das espécies de macrófitas aquáticas encontradas nas transeções 1, 2 e 3, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea) na lagoa do Coqueiral no período chuvoso (Fevereiro/99) e participação percentual em relação à biomassa total.

## LAGOA DOS CAVALOS

As Tabelas 37e 38 apresentam os valores de biomassa das espécies de macrófitas aquáticas encontradas na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

No período seco, foram encontradas nesta lagoa apenas duas espécies de macrófitas aquáticas, *E. azurea* e *Myriophyllum* sp. O valor médio de biomassa para *E. azurea* no ponto A foi 427,42 gPS.m<sup>-2</sup>. Nos pontos B e C para esta mesma espécie, os valores foram respectivamente, 727,6 gPS.m<sup>-2</sup> e 917,8 gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Myriophyllum* sp, os valores médios encontrados nos pontos A, B e C foram 91,66 gPS.m<sup>-2</sup>, 236,9 gPS.m<sup>-2</sup> e 150,8 gPS.m<sup>-2</sup>, respectivamente.

No período chuvoso, foi verificada nesta lagoa a presença de 3 espécies: *E. azurea*, *Cyperus* sp e *Brachiaria* sp. Os valores médios de biomassa para *E. azurea*, encontradas nos pontos A e B foram respectivamente 488,8 gPS.m<sup>-2</sup>, 355,7 gPS.m<sup>-2</sup> e, no ponto C, não foi verificada a ocorrência desta espécie. Para *Cyperus* sp, no ponto A da 3ª transeção, o valor foi baixo. No ponto B, o valor médio desta espécie foi de 71,72 gPS.m<sup>-2</sup>. Para *Brachiaria* sp, encontrada apenas no ponto C, o valor de biomassa foi bastante expressivo.

As Figuras 30 e 31 apresentam os valores de biomassa nas três transeções e nos pontos A, B e C, nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Na 1ª transeção em todas os pontos, verifica-se a presença de duas espécies de macrófitas aquáticas *E. azurea* e *Myriophyllum* sp. *E. azurea* mostra maior biomassa. Na 2ª transeção, esta espécie dominou nos três pontos, mas no ponto C observa-se também a presença de *Myriophyllum* sp. Na 3ª transeção, *E. azurea* é encontrada apenas nos pontos B e C. No ponto B, além de *E. azurea*, *Myriophyllum* sp está presente. Esta espécie é a única encontrada no ponto A desta transeção.

No período chuvoso, foram encontradas três espécies: *E. azurea*, *Cyperus* sp e *Brachiaria* sp. Em todas as transeções no ponto C, verifica-se a presença de uma única espécie *Brachiaria* sp. No ponto B da 1ª, 2ª e 3ª transeções, foram encontradas duas espécies de macrófitas aquáticas, *E. azurea* e *Cyperus* sp, sendo que em todos eles *E. azurea* é a espécie com maior biomassa.

TABELA 37. Biomassa (gPS/m<sup>2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas presentes nas transeções 1, 2 e 3, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B região intermediária) e C (região litorânea) na lagoa do Cavalos, no período seco(Agosto/98).

| Transeção | Pontos | Espécie                | Biomassa(gPS/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------|------------------------|-------------------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>       | 173,2                         |
|           | A      | <i>Myriophyllum</i> sp | 119,0                         |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 452,0                         |
|           | B      | <i>Myriophyllum</i> sp | 21,4                          |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 355,8                         |
|           | C      | <i>Myriophyllum</i> sp | 177,76                        |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>       | 508,44                        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 1239,52                       |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 1606,12                       |
|           | C      | <i>Myriophyllum</i> sp | 124,0                         |
| 3         | A      | <i>Myriophyllum</i> sp | 64,32                         |
|           | B      | <i>Myriophyllum</i> sp | 452,4                         |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 491,44                        |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 791,64                        |

TABELA 38. Biomassa (gPS/m<sup>2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas presentes nas transeções 1, 2 e 3, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea) na lagoa do Cavalos, no período chuvoso (Fevereiro/99)

| Transeção | Pontos | Espécie              | Biomassa (gPS/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------|----------------------|--------------------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>     | 346,68                         |
|           | B      | <i>Cyperus</i> sp    | 81,96                          |
|           | B      | <i>E. azurea</i>     | 268,92                         |
|           | C      | <i>Brachiaria</i> sp | 408,56                         |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>     | 294,84                         |
|           | B      | <i>Cyperus</i>       | 32,2                           |
|           | B      | <i>E. azurea</i>     | 44,2                           |
| 3         | C      | <i>Brachiaria</i> sp | 569,28                         |
|           | A      | <i>E. azurea</i>     | 825,04                         |
|           | A      | <i>Cyperus</i> sp    | 39,92                          |
|           | B      | <i>E. azurea</i>     | 754,16                         |
|           | B      | <i>Cyperus</i> sp    | 101,0                          |
|           | C      | <i>Brachiaria</i> sp | 488,8                          |



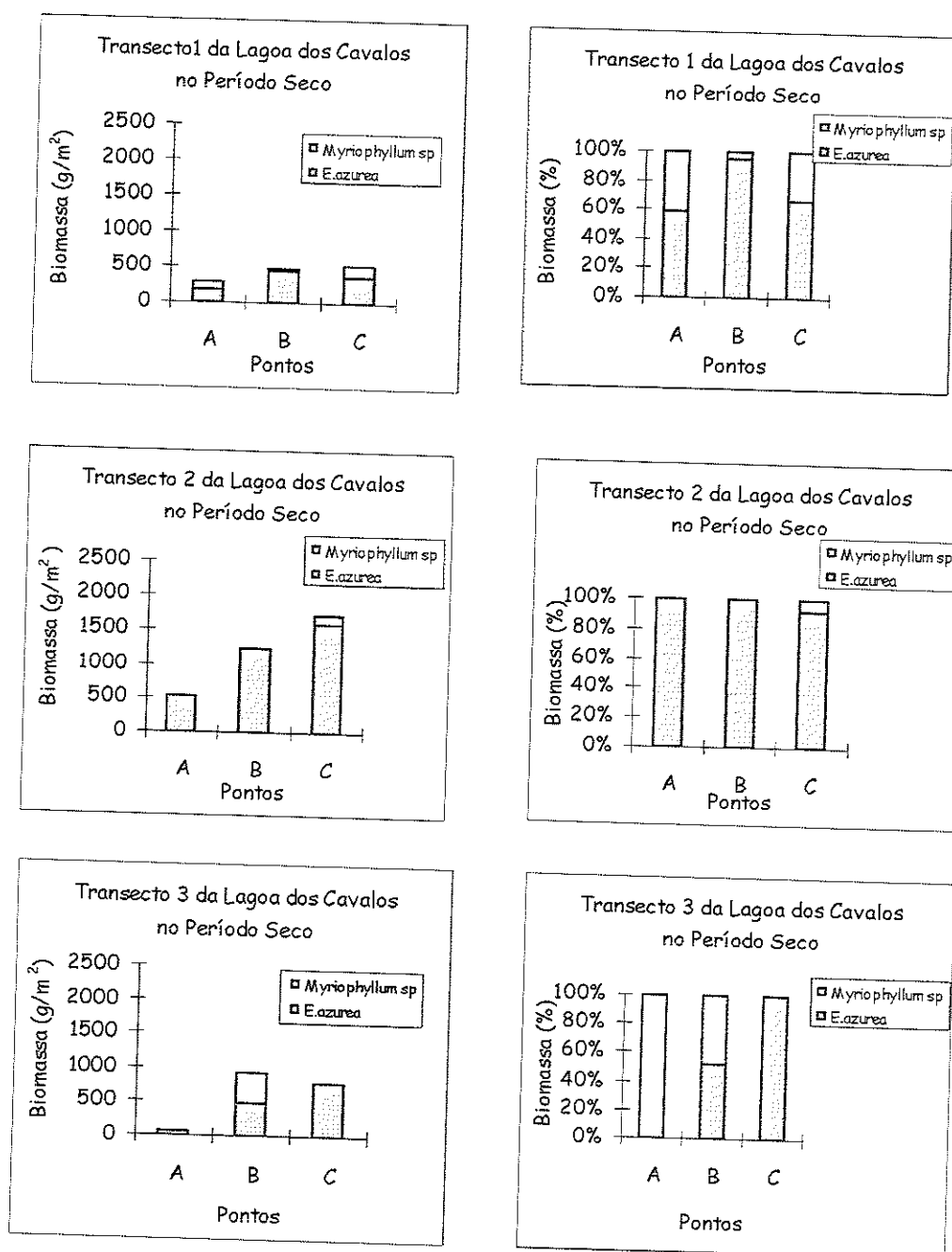


FIGURA 31. Biomassa (gPS.m<sup>-2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa dos Cavalos, nas 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Agosto/98), e participação percentual em relação à biomassa total.

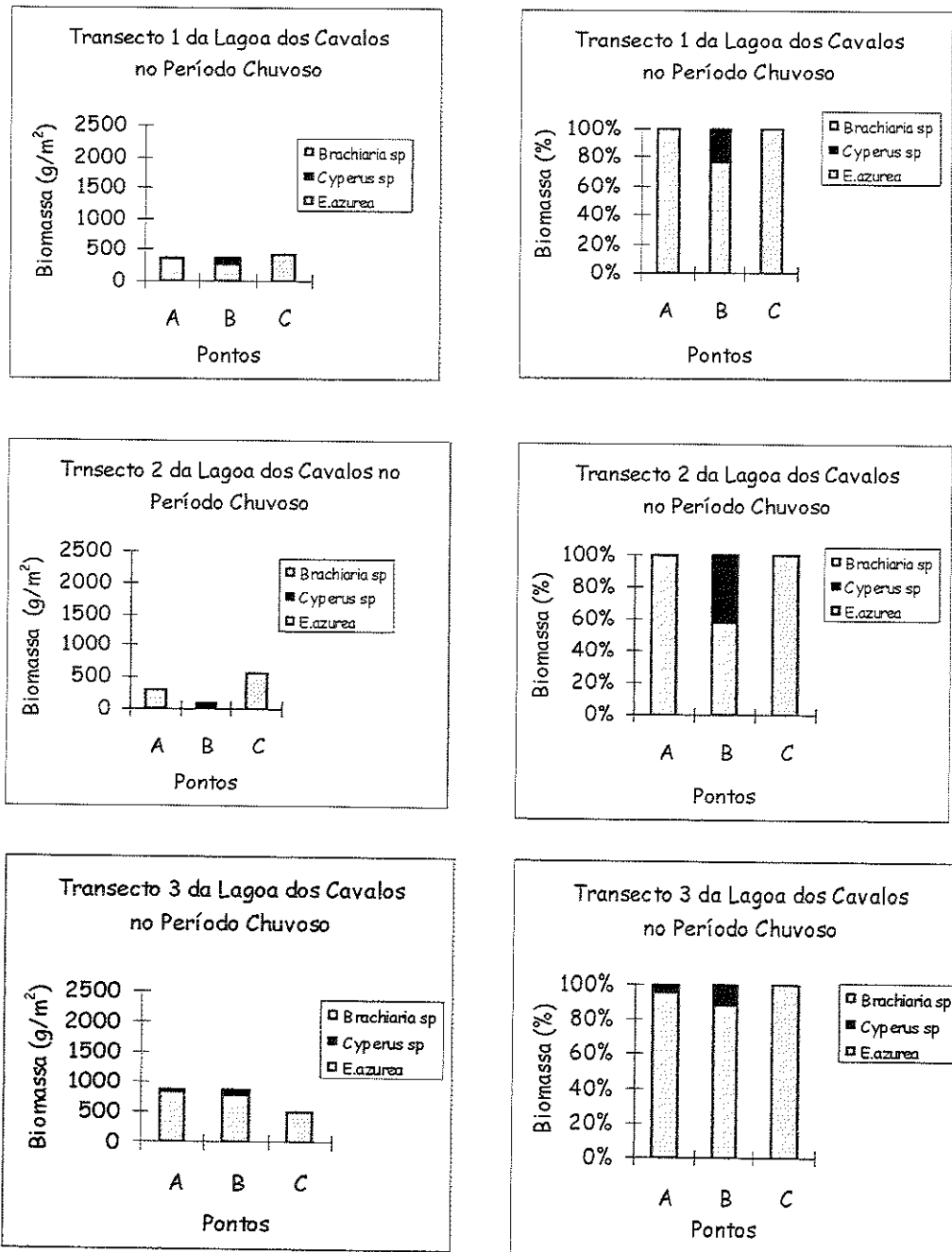


FIGURA 32. Biomassa(gPS.m<sup>-2</sup>) das espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa dos Cavalos, nas 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período chuvoso (Fevereiro/99), e participação percentual em relação à biomassa total.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A BIOMASSA DE  
*Eichhornia azurea*

Os resultados da análise de variância para a biomassa da macrófita aquática *E. azurea* são apresentados na Tabela 39. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ), de biomassa entre os fatores **Lagoa** e **Período** e também não houve interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ).

TABELA 39. Resultados da análise de variância para biomassa da macrófita aquática *E. azurea* em relação a lagoa e período. Os testes *F* com  $p < 0,05$  foram significativos.

| Fator de Variação | G.L. | Quadrado Médio | F    | P      |
|-------------------|------|----------------|------|--------|
| Lagoa             | 2    | 6738605        | 2,61 | 0,0867 |
| Período           | 1    | 3496200        | 1,35 | 0,2518 |
| Lagoa * Período   | 2    | 793153         | 0,31 | 0,7373 |
| Resíduo           | 38   | 2582014        |      |        |

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ESPÉCIES DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

LAGOA DO CAMARGO

As TABELAS 40 e 41 apresentam as concentrações de nitrogênio, carbono e fósforo nas espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa do Camargo nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Com relação à concentração de nitrogênio no período seco, a espécie *Cyperus* sp e *Salvinia* sp foram as macrófitas aquáticas com maiores concentrações deste elemento. As maiores concentrações de carbono foram encontradas em *E. azurea* e *Cyperus* sp, e as menores concentrações para *Salvinia* sp. Com relação ao fósforo, as maiores concentrações deste elemento nas espécies de macrófitas aquáticas estudadas foram para *E. azurea*, e *Salvinia* sp,

No período chuvoso, a espécie com maior concentração de nitrogênio foi *E. polystachya* (Tab. 41). Embora *E. azurea* tenha apresentado uma quantidade maior deste

elemento neste período, quando comparado com o período seco. Com relação ao carbono e fósforo, *E. polystachya* foi a espécie com as maiores concentrações destes elementos.

As espécies de macrófitas aquáticas dos pontos A da 1ª e 2ª transeções e ponto B da 2ª e 3ª transeções apresentaram as menores concentrações de fósforo neste período.

TABELA 40. Valores de nitrogênio (mgN/gPS), carbono (mgC/gPS) e fósforo (mgP/gPS), das espécies de macrófitas aquáticas coletadas na lagoa do Camargo, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Pontos | Espécie            | N (mgN/gPS) | C (mgC/gPS) | P (mgP/gPS) |
|-----------|--------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>   | 219         | 412,5       | 43,6        |
|           | B      | <i>Cyperus</i> sp  | 453         | 396,5       | 74,2        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>   | 381         | 431,5       | 88,2        |
|           | C      | <i>Cyperus</i> sp  | 558         | 414,0       | 54,5        |
|           | C      | <i>E. azurea</i>   | 432         | 435,0       | 75,4        |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>   | 330         | 439,0       | 72,5        |
|           | B      | <i>Cyperus</i> sp  | 588         | 437,7       | 46,4        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>   | 414         | 433,5       | 73,3        |
|           | C      | <i>Cyperus</i> sp  | 630         | 410,0       | 62,7        |
|           | C      | <i>E. azurea</i>   | 420         | 430,5       | 66,5        |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>   | 435         | 435,6       | 70,1        |
|           | B      | <i>Salvinia</i> sp | 606         | 377,5       | 63,4        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>   | 375         | 435,0       | 68,2        |
|           | B      | <i>Cyperus</i> sp  | 603         | 419,5       | 42,0        |
|           | C      | <i>Salvinia</i> sp | 618         | 376,0       | 78,3        |
|           | C      | <i>Cyperus</i> sp  | 570         | 416,5       | 63,2        |
|           | C      | <i>E. azurea</i>   | 516         | 418,0       | 130,2       |

TABELA 41. Valores de nitrogênio (mgN/gPS), carbono (mgC/gPS) e fósforo (mgP/gPS), das espécies de macrófitas aquáticas coletadas na lagoa do Camargo, na 1ª, 2ª e 3ª transeções nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (Região intermediária) e C (região litorânea), no período chuvoso (Fevereiro/99).

| Transecto | Pontos | Espécie               | N (mgN/gPS) | C (mgC/gPS) | P (mgP/gPS) |
|-----------|--------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>      | 438         | 422,5       | 87,2        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 603         | 422,0       | 142,2       |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 672         | 440,5       | 192,0       |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>      | 453         | 405,5       | 71,4        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 492         | 420,5       | 87,8        |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 591         | 430,5       | 150,6       |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>      | 543         | 423,5       | 152,0       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 504         | 409,5       | 121,2       |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 678         | 424,5       | 233,9       |

Para se estimar o estoque de cada elemento nas macrófitas aquáticas, multiplicou-se o valor da biomassa de cada planta, pela concentração do elemento, sendo o resultado expresso em  $g/m^2$ .

As TABELAS 42 e 43 apresentam os estoques de nitrogênio, carbono e fósforo ( $g/m^2$ ), nas espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa do Camargo, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Nos períodos seco e chuvoso, *E. azurea* foi a espécie que apresentou maior estoque de nitrogênio, carbono e fósforo entre as espécies encontradas. Contudo, quando se compara o período seco com o chuvoso, verifica-se que o estoque de nitrogênio, carbono e fósforo foi maior no período seco, para esta espécie.

TABELA 42. Estoque de nitrogênio, carbono e fósforo ( $\text{g/m}^2$ ), nas espécies de macrófitas aquáticas, encontradas na lagoa do Camargo, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Pontos | Espécie            | N ( $\text{g/m}^2$ ) | C ( $\text{g/m}^2$ ) | P( $\text{g/m}^2$ ) |
|-----------|--------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>   | 35,5                 | 111,8                | 23,6                |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>  | 6,8                  | 20,0                 | 3,7                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>   | 213,0                | 804,7                | 164,5               |
|           | C      | <i>Cyperus sp</i>  | 59,5                 | 147,4                | 19,3                |
|           | C      | <i>E. azurea</i>   | 87,7                 | 291,0                | 51,0                |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>   | 95,3                 | 406,8                | 68,5                |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>  | 24,2                 | 59,2                 | 6,4                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>   | 44,4                 | 156,1                | 46,6                |
|           | C      | <i>Cyperus sp</i>  | 10,7                 | 23,4                 | 3,6                 |
|           | C      | <i>E. azurea</i>   | 17,5                 | 58,9                 | 9,1                 |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>   | 115,0                | 376,7                | 61,4                |
|           | B      | <i>Salvinia sp</i> | 22,2                 | 45,2                 | 7,7                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>   | 203,4                | 389,4                | 61,7                |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>  | 4,6                  | 10,5                 | 1,0                 |
|           | C      | <i>Salvinia sp</i> | 10,9                 | 21,4                 | 4,5                 |
|           | C      | <i>Cyperus sp</i>  | 28,3                 | 68,0                 | 10,4                |
|           | C      | <i>E. azurea</i>   | 243,8                | 638,3                | 202,6               |

TABELA 43. Estoque de nitrogênio, carbono e fósforo ( $\text{g/m}^2$ ), nas espécies de macrófitas aquáticas, encontradas na lagoa do Camargo, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período chuvoso (Fevereiro/99).

| Transeção | Pontos | Espécie               | N ( $\text{g/m}^2$ ) | C ( $\text{g/m}^2$ ) | P ( $\text{g/m}^2$ ) |
|-----------|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>      | 71,0                 | 227,7                | 47,2                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 129,0                | 299,6                | 101,2                |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 46,0                 | 98,7                 | 43,0                 |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>      | 114,6                | 337,4                | 60,2                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 109,7                | 312,4                | 65,0                 |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 43,7                 | 106,6                | 37,7                 |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>      | 148,8                | 383,6                | 138,8                |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 129,4                | 343,4                | 103,7                |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 107,0                | 221,0                | 123,1                |

#### LAGOA DO COQUEIRAL

As TABELAS 44 e 45 apresentam as concentrações de nitrogênio, carbono e fósforo, nas espécies de macrófitas aquáticas coletadas na lagoa do Coqueiral no período seco e chuvoso, respectivamente.

No período seco, *E. azurea* foi a espécie com as menores concentrações de nitrogênio e fósforo, com exceção do ponto B da 3ª transeção onde esta espécie foi a espécie com maior concentração de fósforo. Para o carbono, *E. azurea* apresentou concentrações mais elevadas que *Cyperus* sp.

No período chuvoso, as concentrações de nitrogênio e fósforo foram maiores que no período seco, para *E. azurea*.

No período chuvoso, as espécies com maior concentração de nitrogênio e fósforo foram *Ludwigia* sp (ponto C 1ª transeção), *Polygonum* sp e *E. polystachya* (ponto A e C 3ª transeção). Estas espécies também apresentaram as menores concentrações de carbono.

TABELA 44. Valores de nitrogênio (mgN/gPS), carbono (mgC/gPS) e fósforo (mgP/gPS), das espécies de macrófitas aquáticas coletadas na lagoa do Coqueiral, na 1ª, 2ª e 3ª transeção, pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Pontos | Espécie           | N (mgN/gPS) | C (mgC/gPS) | P (mgP/gPS) |
|-----------|--------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1         | A      | <i>Cyperus sp</i> | 600         | 379,0       | 9,8         |
|           | B      | <i>E. azurea</i>  | 354         | 423,0       | 86,2        |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i> | 558         | 422,0       | 88,8        |
|           | C      | <i>Cyperus sp</i> | 762         | 391,0       | 115,2       |
|           | C      | <i>E. azurea</i>  | 300         | 432,5       | 65,5        |
|           | A      | <i>E. azurea</i>  | 318         | 433,5       | 65,1        |
| 2         | A      | <i>Cyperus sp</i> | 639         | 424,5       | 76,6        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>  | 396         | 426,5       | 99,3        |
|           | C      | <i>E. azurea</i>  | 408         | 427,5       | 99,9        |
|           | A      | <i>Cyperus sp</i> | 576         | 432,5       | 83,1        |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>  | 399         | 429,5       | 82,4        |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i> | 537         | 436,0       | 63,9        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>  | 621         | 435,0       | 123,9       |
|           | C      | <i>E. azurea</i>  | 348         | 435,5       | 63,1        |



TABELA 45. Valores de nitrogênio (mgN/gPS), carbono (mgC/gPS) e fósforo (mgP/gPS), das espécies de macrófitas aquáticas coletadas na lagoa do Coqueiral, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período chuvoso (Fevereiro/99).

| Transeção | Pontos | Espécie               | N (mgN/gPS) | C (mgC/gPS) | P (mgP/gPS) |
|-----------|--------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>      | 642,0       | 417,5       | 136,7       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 792,0       | 400,0       | 197,0       |
|           | C      | <i>Ludwigia</i> sp    | 1239,0      | 389,0       | 501,2       |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>      | 687,0       | 410,5       | 134,4       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 633,0       | 398,0       | 184,1       |
|           | B      | <i>Brachyaria</i> sp  | 480,0       | 433,0       | 79,5        |
|           | C      | <i>E. azurea</i>      | 501,0       | 403,5       | 88,0        |
|           | C      | <i>Cyperus</i> sp     | 627,0       | 387,5       | 86,7        |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>      | 663,0       | 417,5       | 134,4       |
|           | A      | <i>Polygonum</i> sp   | 1118,0      | 380,0       | 437,2       |
|           | A      | <i>Brachyaria</i> sp  | 762,0       | 408,5       | 207,9       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 876,0       | 415,0       | 243,5       |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 1752,0      | 428,0       | 358,9       |

As tabelas 46 e 47 apresentam os estoques de nitrogênio, carbono e fósforo (g/m<sup>2</sup>), nas espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa do Coqueiral, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco e chuvoso, respectivamente.

Em ambos os períodos, *E. azurea* foi a espécie com maior estoque de nitrogênio, carbono e fósforo. Porém, quando comparamos os períodos podemos perceber que no período seco, o estoque de carbono foi maior. Os estoques de nitrogênio e fósforo foram maiores que no período chuvoso, para a referida espécie.

TABELA 46. Estoque de nitrogênio, carbono e fósforo ( $\text{g/m}^2$ ), nas espécies de macrófitas aquáticas, encontradas na lagoa do Coqueiral, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea- limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Pontos | Espécie           | N ( $\text{g/m}^2$ ) | C ( $\text{g/m}^2$ ) | P ( $\text{g/m}^2$ ) |
|-----------|--------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1         | A      | <i>Cyperus</i> sp | 19,1                 | 54,1                 | 1,4                  |
|           | B      | <i>Cyperus</i> sp | 60,6                 | 153,7                | 32,5                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>  | 127,3                | 467,7                | 96,0                 |
|           | C      | <i>Cyperus</i> sp | 90,4                 | 154,7                | 45,5                 |
|           | C      | <i>E. azurea</i>  | 2,9                  | 141,7                | 2,1                  |
| 2         | A      | <i>Cyperus</i> sp | 11,5                 | 152,4                | 27,8                 |
|           | A      | <i>E. azurea</i>  | 14,2                 | 64,3                 | 9,7                  |
|           | B      | <i>E. azurea</i>  | 89,5                 | 316,4                | 74,8                 |
|           | C      | <i>E. azurea</i>  | 93,5                 | 320,8                | 76,3                 |
|           | A      | <i>Cyperus</i> sp | 159,8                | 409,4                | 76,8                 |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>  | 78,2                 | 281,0                | 53,8                 |
|           | B      | <i>Cyperus</i> sp | 29,3                 | 78,3                 | 11,6                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>  | 38,3                 | 88,5                 | 25,5                 |
|           | C      | <i>E. azurea</i>  | 46,8                 | 193,0                | 28,3                 |

TABELA 47. Estoque de nitrogênio, carbono e fósforo ( $\text{g/m}^2$ ), nas espécies de macrófitas aquáticas, encontradas na lagoa do Coqueiral, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Fevereiro/99).

| Transeção | Pontos | Espécie               | N ( $\text{g/m}^2$ ) | C ( $\text{g/m}^2$ ) | P ( $\text{g/m}^2$ ) |
|-----------|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>      | 29,2                 | 62,3                 | 20,7                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 20,1                 | 204,1                | 100,5                |
|           | C      | <i>Ludwigia</i> sp    | 4,7                  | 47,5                 | 6,4                  |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>      | 50,0                 | 99,6                 | 32,6                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 96,4                 | 198,0                | 93,4                 |
|           | B      | <i>Brachiaria</i> sp  | 7,2                  | 21,6                 | 4,0                  |
|           | C      | <i>E. azurea</i>      | 128,1                | 343,0                | 75,4                 |
|           | C      | <i>Cyperus</i> sp     | 11,7                 | 23,8                 | 5,4                  |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>      | 87,7                 | 181,7                | 59,5                 |
|           | A      | <i>Polygonum</i> sp   | 26,2                 | 28,4                 | 32,7                 |
|           | A      | <i>Brachiaria</i> sp  | 7,6                  | 13,4                 | 7,0                  |
|           | B      | <i>E. azurea</i>      | 103,8                | 161,9                | 96,1                 |
|           | C      | <i>E. polystachya</i> | 52,8                 | 84,4                 | 72,1                 |

#### LAGOA DOS CAVALOS

As TABELAS 48 e 49 apresentam as concentrações de nitrogênio, carbono e fósforo das espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa dos Cavalos.

Das duas espécies de macrófitas aquáticas encontradas no período seco, em *Myriophyllum* sp maiores concentrações de nitrogênio, fósforo e menores concentrações de carbono foram encontradas quando comparadas com *E. azurea*.

No período chuvoso, as concentrações de nitrogênio e fósforo em *E. azurea* foram maiores que as concentrações encontradas no período seco. As concentrações de carbono para esta espécie foram menores neste período, exceto na 1ª transeção da região A.

*Brachiaria* sp, foi a espécie com as menores concentrações de nitrogênio, exceto na 1ª transeção na região C, onde foi verificada uma concentração mais elevada. Com relação às concentrações de carbono, esta espécie apresentou na 1ª transeção a menor concentração e na 2ª e 3ª transeção, as maiores. *Cyperus* sp foi a espécie com maior concentração de nitrogênio entre as três espécies encontradas neste período. A concentração de carbono desta espécie foi menor que a concentração verificada para *E. azurea* e maior que a de *Brachiaria* sp na 1ª transeção e a menor da 2ª transeção. Para o fósforo, esta espécie apresentou na 1ª e 2ª transeção as maiores concentrações e na 3ª transeção, as menores concentrações.

TABELA 48. Valores de nitrogênio (mgN/gPS), carbono (mgC/gPS) e fósforo (mgP/gPS), das espécies de macrófitas aquáticas coletadas na lagoa dos Cavalos, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Pontos | Espécie                | N (mgN/gPS) | C (mgC/gPS) | P (mgP/gPS) |
|-----------|--------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>       | 177         | 445,0       | 37,9        |
|           | A      | <i>Myriophyllum</i> sp | 858         | 401,5       | 283,3       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 327         | 435,0       | 62          |
|           | B      | <i>Myriophyllum</i> sp | 411         | 435,0       | 112,2       |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 279         | 435,5       | 60          |
|           | C      | <i>Myriophyllum</i> sp | 441         | 434,5       | 931         |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>       | 252         | 448,0       | 97,2        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 282         | 435,5       | 103,8       |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 291         | 434,5       | 124,3       |
|           | C      | <i>Myriophyllum</i> sp | 447         | 433,5       | 112,6       |
| 3         | A      | <i>Myriophyllum</i> sp | 603         | 420,0       | 275,3       |
|           | B      | <i>Myriophyllum</i> sp | 336         | 441,0       | 125,4       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 477         | 430,5       | 123,9       |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 417         | 433,0       | 117,6       |

TABELA 49. Valores de nitrogênio (mgN/gPS), carbono (mgC/gPS) e fósforo (mgP/gPS), das espécies de macrófitas aquáticas coletadas na lagoa dos Cavalos, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período chuvoso (Fevereiro/99).

| Transeção | Pontos | Espécie              | N (mgN/gPS) | C (mgC/gPS) | P (mgP/gPS) |
|-----------|--------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>     | 414         | 456,0       | 79,8        |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>    | 675         | 433,5       | 236,5       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>     | 651         | 432,0       | 111,8       |
|           | C      | <i>Brachiaria sp</i> | 558         | 432,5       | 172,8       |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>     | 729         | 412,0       | 243,3       |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>    | 1020        | 402,0       | 465,9       |
|           | B      | <i>E. azurea</i>     | 960         | 420,0       | 387         |
|           | C      | <i>Brachiaria sp</i> | 405         | 437,5       | 168,6       |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>     | 414         | 417,0       | 71,7        |
|           | A      | <i>Cyperus sp</i>    | 630         | 415,0       | 92,1        |
|           | B      | <i>E. azurea</i>     | 570         | 411,5       | 172,6       |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>    | 690         | 423,5       | 120,6       |
|           | C      | <i>Brachiaria sp</i> | 384         | 431,0       | 147,2       |

As TABELAS 50 e 51 apresentam os estoques de nitrogênio, carbono e fósforo ( $\text{g/m}^2$ ), das espécies de macrófitas aquáticas encontradas na lagoa dos Cavalos, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco e chuvoso, respectivamente.

No período seco, *E. azurea* apresentou os maiores estoques de nitrogênio e fósforo, na 2ª transeção no ponto C. Para *Myriophyllum sp*, os menores estoques foram encontrados na 1ª transeção, no ponto B.

No período chuvoso, os maiores estoques foram encontrados na 3ª transeção no ponto B para *E. azurea*. *Brachiaria sp*, apresentou maiores estoques de nitrogênio, carbono e

fósforo no ponto C da 2ª transeção. *Cyperus* sp foi a espécie com os menores estoques neste período.

No período seco, os maiores estoques de nitrogênio, carbono e fósforo foram encontrados quando comparados com aqueles do período chuvoso.

TABELA 50. Estoque de nitrogênio, carbono e fósforo ( $\text{g/m}^2$ ), das espécies de macrófitas aquáticas, encontradas na lagoa do Cavalos, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período seco (Agosto/98).

| Transeção | Pontos | Espécie                | N ( $\text{g/m}^2$ ) | C ( $\text{g/m}^2$ ) | P ( $\text{g/m}^2$ ) |
|-----------|--------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>       | 9,1                  | 76,2                 | 6,5                  |
|           | A      | <i>Myriophyllum</i> sp | 30,6                 | 47,6                 | 33,7                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 44,3                 | 194,3                | 28                   |
|           | B      | <i>Myriophyllum</i> sp | 2,6                  | 9,2                  | 2,4                  |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 28,1                 | 152,9                | 21,3                 |
|           | C      | <i>Myriophyllum</i> sp | 23,5                 | 764,4                | 16,5                 |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>       | 38,4                 | 223,7                | 49,4                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 108,2                | 532,9                | 128,6                |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 140,2                | 690,6                | 199,6                |
|           | C      | <i>Myriophyllum</i> sp | 16,2                 | 53,3                 | 13,9                 |
| 3         | A      | <i>Myriophyllum</i> sp | 11,6                 | 27,0                 | 17,7                 |
|           | B      | <i>Myriophyllum</i> sp | 45,6                 | 199,0                | 56,7                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>       | 70,3                 | 211,3                | 60,8                 |
|           | C      | <i>E. azurea</i>       | 99                   | 340,4                | 93                   |

TABELA 51. Estoque de nitrogênio, carbono e fósforo ( $\text{g/m}^2$ ), nas espécies de macrófitas aquáticas, encontradas na lagoa do Cavalos, na 1ª, 2ª e 3ª transeções, nos pontos A (região de transição litorânea-limnética), B (região intermediária) e C (região litorânea), no período chuvoso (Fevereiro/99).

| Transeção | Pontos | Espécie             | N ( $\text{g/m}^2$ ) | C ( $\text{g/m}^2$ ) | P ( $\text{g/m}^2$ ) |
|-----------|--------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1         | A      | <i>E. azurea</i>    | 44,9                 | 156,0                | 27,6                 |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>   | 17,3                 | 35,2                 | 19,4                 |
|           | B      | <i>E. azurea</i>    | 52,5                 | 115,6                | 30                   |
|           | C      | <i>Brachiara sp</i> | 68,3                 | 175,6                | 70,3                 |
| 2         | A      | <i>E. azurea</i>    | 64,4                 | 120,8                | 71,7                 |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>   | 9,9                  | 12,8                 | 15                   |
|           | B      | <i>E. azurea</i>    | 12,9                 | 18,5                 | 17,1                 |
|           | C      | <i>Brachiara sp</i> | 69,1                 | 256,4                | 95,9                 |
| 3         | A      | <i>E. azurea</i>    | 102,4                | 338,2                | 59,1                 |
|           | A      | <i>Cyperus sp</i>   | 7,5                  | 16,36                | 3,6                  |
|           | B      | <i>E. azurea</i>    | 127,5                | 309,2                | 130                  |
|           | B      | <i>Cyperus sp</i>   | 20,9                 | 42,4                 | 12,2                 |
|           | C      | <i>Brachiara sp</i> | 56,3                 | 210,2                | 71,9                 |

#### ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MACRÓFITA AQUÁTICA

##### *Eichhornia azurea*

A análise de variância foi feita somente para *E. azurea*, por que esta foi a espécie mais abundante, ou seja esteve presente em todas as transeções e períodos amostrados nos locais de estudo.

## NITROGÊNIO NA PLANTA

Os resultados da análise de variância para nitrogênio na planta são apresentados nas Tabelas 52 a 53.. Os resíduos foram normais, gráfico de probabilidade normal . Como os pré-requisitos da ANOVA foram satisfeitos, os resultados da análise são confiáveis.

TABELA 52. Resultados da análise de variância para Nitrogênio na planta em relação a lagoa e período. Os testes  $F$  com  $p < 0,05$  foram considerados significativos.

| Fator de Variação | Graus de Liberdade | Quadrado Médio | F     | p        |
|-------------------|--------------------|----------------|-------|----------|
| Lagoa             | 2                  | 3,25055        | 4,85  | 0,0134   |
| Período           | 1                  | 32,50680       | 48,54 | < 0,0001 |
| Lagoa * Período   | 2                  | 2,08477        | 3,11  | 0,0563   |
| Resíduo           | 37                 | 0,66966        |       |          |

Verifica-se que a análise de variância foi significativa ( $p < 0,05$ ) para os fatores **Lagoa** e **Período** (Tabela 52), mas a interação entre os fatores não foi significativa ( $p > 0,05$ ).

Como o fator período possui dois tratamentos, sabe-se que a média de nitrogênio na planta do período chuvoso foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) que a média do período seco (Tabela 54). Neste caso, não foi necessário utilizar o teste de Duncan. Situação contrária ocorreu com o fator **Lagoa**, onde o teste de Duncan mostrou que o nitrogênio na planta foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) na lagoa Coqueiral do que nas lagoas Camargo e Cavalos, que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ).

TABELA 53. Resultado do teste de Duncan para as médias de nitrogênio na planta de diferentes lagoas. As médias seguidas por mesma letra não diferiram significativamente entre si  $p > 0,05$ .

| Lagoa     | Média  |
|-----------|--------|
| Camargo   | 3,72 b |
| Coqueiral | 4,46 a |
| Cavalos   | 3,56 b |



TABELA 54. Resultado da análise de variância para as médias de nitrogênio na planta em diferentes períodos. As médias seguidas por mesma letra não diferiram significativamente entre si  $p>0,05$ .

| Período | Média  |
|---------|--------|
| Seco    | 3,03 b |
| Chuvoso | 4,80 a |

#### FÓSFORO NA PLANTA

Os resultados da análise de variância para fósforo na planta são apresentados nas Tabelas 55, 56 e 57. O conteúdo de fósforo na planta diferiu significativamente ( $p<0,05$ ) em relação ao fator **Período**, mas não em relação ao fator **Lagoa** ( $p>0,05$ ). Não houve interação entre os fatores ( $p>0,05$ ).

TABELA 55. Resultados da análise de variância para fósforo na planta em relação a lagoa e período. Os testes *F* com  $p<0,05$  foram significativos.

| Fator de Variação | G.L. | Quadrado Médio | F     | P      |
|-------------------|------|----------------|-------|--------|
| Lagoa             | 2    | 4,06981        | 3,22  | 0,0518 |
| Período           | 1    | 17,51232       | 13,84 | 0,0007 |
| Lagoa * Período   | 2    | 3,02898        | 2,39  | 0,1056 |
| Resíduo           | 36   | 1,26498        |       |        |

TABELA 56. Resultado da análise de variância para as médias de fósforo na planta em diferentes lagoas. As médias seguidas por mesma letra não diferiram significativamente entre si  $p>0,05$ .

| Lagoa     | Média  |
|-----------|--------|
| Camargo   | 3,09 a |
| Coqueiral | 4,11 a |
| Caválos   | 3,35 a |

TABELA 57. Resultado da análise de variância para as médias de fósforo na planta em diferentes períodos. As médias seguidas por mesma letra não diferiram significativamente entre si  $p > 0,05$ .

| Período | Média  |
|---------|--------|
| Seco    | 2,84 b |
| Chuvoso | 4,18 a |

#### CARBONO NA PLANTA

Os resultados da análise de variância para carbono na planta são apresentados na Tabela 58 a 60. As concentrações de carbono na planta diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) em relação aos fatores **Período** e **Lagoa**. Não houve interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ).

Entre as lagoas, a lagoa do Camargo e Coqueiral, apresentaram as maiores concentrações de carbono no período seco (Tab. 59 e Tab. 60).

TABELA 58. Resultados da análise de variância para carbono na planta em relação a lagoa e período. Os testes *F* com  $p < 0,05$  foram significativos.

| Fator de Variação | G.L. | Quadrado Médio | F     | P       |
|-------------------|------|----------------|-------|---------|
| Lagoa             | 2    | 227,178        | 4,17  | 0,0233  |
| Período           | 1    | 3221,455       | 59,12 | <0,0001 |
| Lagoa * Período   | 2    | 71,438         | 1,31  | 0,2818  |
| Resíduo           | 37   | 54,495         |       |         |

TABELA 59. Resultado da análise de variância para as médias de carbono na planta em diferentes lagoas. As médias seguidas por mesma letra não diferiram significativamente entre si  $p > 0,05$ .

| Lagoa     | Média    |
|-----------|----------|
| Camargo   | 423,66 a |
| Coqueiral | 419,61 a |
| Cavalos   | 427,81 b |

TABELA 60. Resultado da análise de variância para as médias de carbono na planta em diferentes períodos. As médias seguidas por mesma letra não diferiram significativamente entre si  $p > 0,05$ .

| Período | Média    |
|---------|----------|
| Seco    | 432,52 a |
| Chuvoso | 414,87 b |

#### ESTOQUE DE NITROGÊNIO

Os resultados da análise de variância para os estoques de nitrogênio são apresentados na Tabela 61. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o estoque de N quanto aos fatores **Lagoa** e **Período** e, também não houve interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ).

TABELA 61. Resultados da análise de variância para estoque de nitrogênio em relação a lagoa e período. Os testes *F* com  $p < 0,05$  foram significativos.

| Fator de Variação | G.L. | Quadrado Médio | F    | p      |
|-------------------|------|----------------|------|--------|
| Lagoa             | 2    | 200,1004       | 3,11 | 0,0562 |
| Período           | 1    | 44,9437        | 0,70 | 0,4086 |
| Lagoa * Período   | 2    | 13,4699        | 0,21 | 0,8121 |
| Resíduo           | 38   | 64,3579        |      |        |

#### ESTOQUE DE FÓSFORO

Os resultados da análise de variância para os estoques de fósforo são apresentados na Tabela 44. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o estoque de P quanto aos fatores **Lagoa** e **Período** e também não houve interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ).

Tabela 62. Resultados da análise de variância para estoque de fósforo em relação a lagoa e período. Os testes  $F$  com  $p < 0,05$  foram significativos.

| Fator de Variação | G.L. | Quadrado Médio | F    | P      |
|-------------------|------|----------------|------|--------|
| Lagoa             | 2    | 1,989463       | 0,77 | 0,4714 |
| Período           | 1    | 0,269197       | 0,10 | 0,7491 |
| Lagoa * Período   | 2    | 1,421266       | 0,55 | 0,5826 |
| Resíduo           | 38   | 2,593217       |      |        |

#### ESTOQUE DE CARBONO

Os resultados da análise de variância para os estoques de carbono são apresentados na Tabela 45. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o estoque de C quanto aos fatores **Lagoa** e **Período** e também não houve interação entre os fatores ( $p > 0,05$ ).

Tabela 63. Resultados da análise de variância para estoque de carbono em relação a lagoa e período. Os testes  $F$  com  $p < 0,05$  foram significativos.

| Fator de Variação | G.L. | Quadrado Médio | F    | P      |
|-------------------|------|----------------|------|--------|
| Lagoa             | 2    | 70924,95       | 2,66 | 0,0828 |
| Período           | 1    | 46109,14       | 1,73 | 0,1962 |
| Lagoa * Período   | 2    | 10757,22       | 0,40 | 0,6706 |
| Resíduo           | 38   | 26637,56       |      |        |

#### DIVERSIDADE

##### LAGOA DO CAMARGO

O índice de diversidade, usado neste estudo foi o de Shannon-Wiener, porque leva em consideração a ocorrência de espécies raras. Visto que algumas espécies foram encontradas apenas em uma transeção, optou-se por este índice. Para o cálculo do índice, foi usado o valor de biomassa das espécies de macrófitas aquáticas e o programa Divers (KREBS, 1989). Este programa calcula a medida da heterogeneidade medindo a diversidade

das espécies pelos dados de abundância. O índice de Shannon-Winer foi computado com a estimativa da uniformidade.

A figura 32, apresenta os valores de diversidade e uniformidade nos transectos 1, 2 e 3 na lagoa do Camargo, nos períodos seco e chuvoso.

Na transeção 3 e no período seco, foi encontrada maior diversidade e nos transectos 1 e 2, valores de diversidade mais baixos.

No período chuvoso, nas transeções 1 e 3 foi obtida maior diversidade, e na transeção 2, a menor.

Com relação à uniformidade, o maior valor verificado no período seco foi na transeção 1, e menor na transeção 3. No período chuvoso, o maior valor foi na transeção 2. Nas transeções 1 e 3, o mesmo valor foi encontrado.

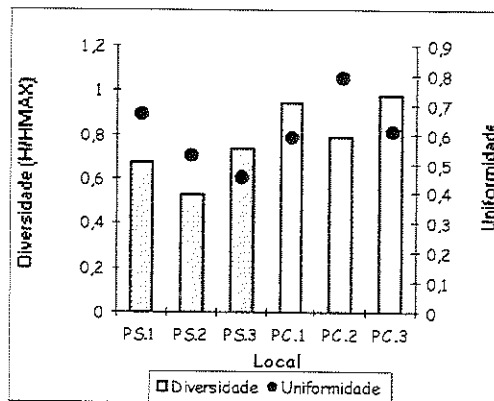


FIGURA 32. Diversidade e Uniformidade das espécies de macrófitas aquáticas na lagoa do Camargo, nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco (PS) e chuvoso (PC), respectivamente.

#### LAGOA DO COQUEIRAL

A FIGURA 33, apresenta os valores de diversidade e uniformidade nas transeções 1, 2 e 3 na lagoa do Coqueiral, nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

A transeção 3 do período seco, maior diversidade foi encontrada e na transeção 2 a menor.

No período chuvoso, as transeções 2 e 3 mostraram maior diversidade, e a transeção 1 a menor.

Com relação à uniformidade, que é a maneira como os indivíduos são distribuídos entre as espécies, o maior valor verificado no período seco foi na transeção 2, e menor na transeção 3. No período chuvoso, o maior valor foi na transeção 3.

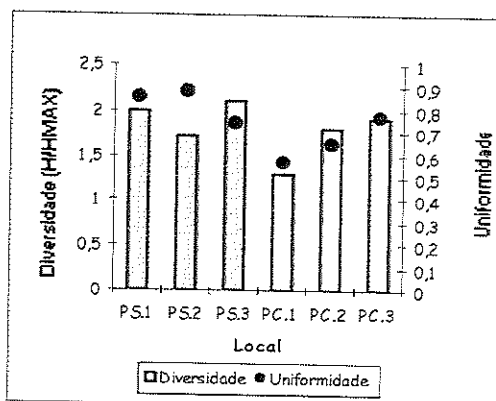


FIGURA 33. Diversidade e Uniformidade das espécies de macrófitas aquáticas na lagoa do Coquerial, nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco (PS) e chuvoso (PC), respectivamente.

#### LAGOA DOS CAVALOS

A figura 34, apresenta os valores de diversidade e uniformidade nos transectos 1, 2 e 3 na lagoa dos Cavalos, nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

No transecto 1 do período seco, maior diversidade foi encontrada, enquanto que nos transectos 2 e 3, os valores foram menores.

No período chuvoso, no transecto 3 maior diversidade foi observada.

Com relação à uniformidade, o maior valor verificado no período seco foi no transecto 1 e 3, e menor no transecto 2. No período chuvoso, o maior valor foi encontrado no transecto 1, e no transecto 2 o menor valor.

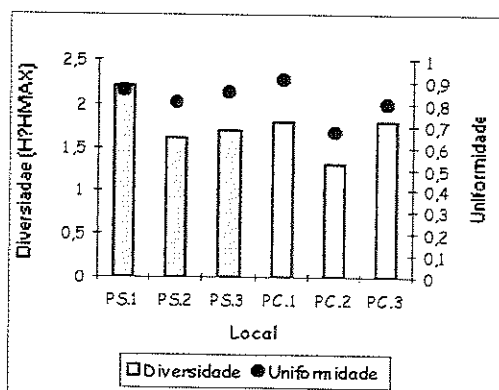


FIGURA 34. Diversidade e Uniformidade das espécies de macrófitas aquáticas na lagoa dos Cavalos, nas transeções 1, 2 e 3, nos períodos seco (PS) e chuvoso (PC).

A FIGURA 35 mostra os índices de diversidade da biomassa das plantas e a uniformidade obtidos para as lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos, nos períodos seco (Agosto/98) e chuvoso (Fevereiro/99).

A maior diversidade de plantas foi verificada no período chuvoso, para todas as lagoas. Com relação à uniformidade, para as lagoas do Coqueiral e dos Cavalos, maiores valores foram encontrados no período seco. Na lagoa dos Cavalos, o maior valor de uniformidade foi registrado no período chuvoso.

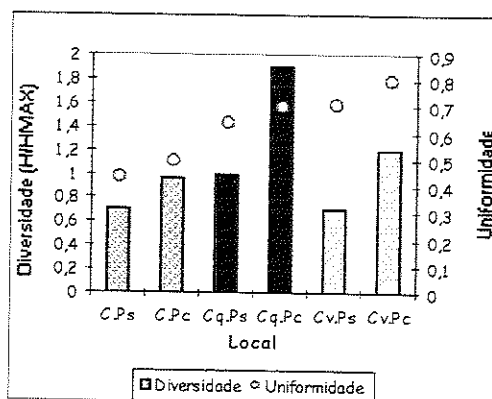


FIGURA 35. Diversidade e uniformidade das espécies de macrófitas aquáticas, nas lagoas do Camargo (C), Coqueiral (Cq) e Cavalos (Cv), nos períodos seco (Ps) e chuvoso (Pc).

## ÁREA FOLIAR DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS

As macrófitas aquáticas podem apresentar uma heterogeneidade em relação à sua altura em toda a extensão dos bancos desde a região litorânea (C) até região de transição litorânea-limnética (A). As FIGURAS 36, 37 e 38, mostram a heterogeneidade de altura na zonação longitudinal das espécies de plantas aquáticas dos ecótonos terra-água, nas lagoas do Camargo, Coqueiral e dos Cavalos.

Na lagoa do Camargo, a extensão total do banco é de 22m. O banco é constituído por *Brachiaria* sp com cerca de 0,9 a 1,3m (primeiros 4m) e cerca de 0,5m de altura nos 3m seguintes; *E. azurea* (4m de extensão), a altura das plantas esta em torno de 0,3-0,4m. Além de *E. azurea*, *Scirpus* sp está presente com uma altura aproximada de 0,2-0,4m. Nos últimos 2m, é composta por *E. azurea*, cuja altura é cerca de 0,1-0,2m. Da região litorânea (C) à região limnética, foi observado um gradiente decrescente de 1,3 a 0,1m na altura das plantas (Fig.36).

Na lagoa do Coqueiral, há na margem junto ao ambiente terrestre, uma espécie de gramínea *Echinochloa polystachya*, que atinge grande proporção (cerca de 1,0m de altura). Numa zona que estende de 12 a 20m da margem, esta planta diminui o seu tamanho (para cerca de 0,5m). Por uma extensão de 6m tem-se *E. azurea* junto com *E. polystachya*, que apresenta uma variação de altura entre 0,2 a 0,6m. A partir de 30m da margem, um banco extenso (40m) predominantemente constituído por *E. azurea* cobre a lagoa, com a ocorrência em locais isolados, de *Polygonum* sp e *Salvinia* sp, cuja altura oscila entre 0,08m a 0,28m. O gradiente entre as alturas é de cerca de 0,09m (Fig.37).

A lagoa dos Cavalos apresenta uma alternância na distribuição longitudinal de 2 espécies de macrófitas aquáticas: *E. azurea* e *Scirpus* sp. Na região próxima à borda terra-água estendem por cerca de 1,5m *E. azurea* mais *Brachiaria* sp com altura em torno de 0,5-0,6m; em seguida segue uma faixa, constituída por *E. azurea* mais *Scirpus* sp (1m de extensão), com uma altura de 0,2-0,4m; aparece a seguir somente *Scirpus* sp, cuja extensão é de 1,5m e altura de 0,3m; *E. azurea* mais *Scirpus* sp, vem após, numa faixa de 3m de extensão e altura em torno de 0,3-0,4m; e por fim verifica-se uma faixa constituída exclusivamente por *E. azurea* (3,5m) com altura de 0,1-0,2m. A amplitude de variação da altura das plantas é de 0,5m (Fig.38).



Para estimar a heterogeneidade espacial, e obter informações a respeito da área foliar e da área dos pecíolos de *E. azurea*, que é uma macrófita aquática predominante nas lagoas, o material vegetal do compartimento aéreo foi coletado na região de transição litorânea-limnética (A), região intermediária (B) e região litorânea (C). Os dados revelaram um gradiente decrescente em direção à interface plantas-água (Tab.64). A maior relação área da planta/área do lago ( $6,6\text{m}^2/\text{m}^2$ ) foi encontrada na lagoa dos Cavalos e a menor ( $0,9\text{m}^2/\text{m}^2$ ) na lagoa do Camargo, ambiente onde as diferenças entre as 2 zonas do banco não são expressivas. Na lagoa do Coqueiral, o índice de área da planta (folhas + pecíolos) maior foi obtido no local mais próximo à interface terra-água ( $2,5\text{m}^2/\text{m}^2$ ) e valores aproximadamente similares foram anotados nos dois outros pontos de coleta desta lagoa ( $1,3-1,4\text{m}^2/\text{m}^2$ ). Mais de 90% das áreas correspondem às folhas, em todas as lagoas e regiões (exceto a 13m da região marginal terra-água na lagoa do Camargo, Tab.64).

Um estudo similar foi feito com amostras da vegetação submersa (Tab.65). Maiores índices de área foliar foram obtidos na lagoa dos Cavalos. Valores mais altos foram encontrados em local mais próximo à interface terra-água (exceto para lagoa dos Cavalos, Tab.65).

TABELA 64. Área (cm<sup>2</sup>) de pecíolos e área foliar de *Eichhornia azurea* por unidade de superfície (m<sup>2</sup>) da lagoas do Camargo, Coqueiral e dos Cavalos no compartimento aéreo em Agosto/99.

| Lagoa     | Distância da margem (m) | Área da planta (cm <sup>2</sup> )/área da lagoa(m <sup>2</sup> ) | Pecíolos % | Área/Área Superfície | Folhas % | Área/Área superfície |
|-----------|-------------------------|--|------------|----------------------|----------|----------------------|
| Coqueiral | 20                      | 25223,0  | 7,7        | 0,20:1               | 92,3     | 2,3:1                |
|           | 35                      | 14460,94   | 5,0        | 0,07:1               | 95       | 1,4:1                |
|           | 72                      | 13147,04   | 2,3        | 0,03:1               | 97,7     | 1,3:1                |
| Camargo   | 13                      | 10017,31   | 23,6       | 0,24:1               | 76,4     | 0,76:1               |
|           | 22                      | 9143,35  | 7,5        | 0,07:1               | 92,5     | 0,85:1               |
| Cavalos   | 3                       | 66501,32   | 5,7        | 0,38:1               | 94,3     | 6,2:1                |
|           | 6                       | 24790,60   | 4,7        | 0,12:1               | 95,3     | 2,4:1                |
|           | 9                       | 11995,32   | -          | -                    | 100,0    | 1,1:1                |

TABELA 65. Índice de área foliar (cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) de amostras submersas de *Eichhornia azurea* das lagoas do Coqueiral, Camargo e dos Cavalos em Agosto/99.

| Lagoa     | Distância da margem (m) | Área das folhas (cm <sup>2</sup> )/área da lagoa (m <sup>2</sup> ) | Área da folhas (m <sup>2</sup> ) Área de Superfície (cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|-------------------------|--|--|
| Coqueiral | 20                      | 31669,50   | 3,2:1  |
|           | 35                      | 13704,17   | 1,4:1  |
|           | 72                      | 13929,77   | 1,4:1  |
| Camargo   | 13                      | 21401,12   | 2,1:1  |
|           | 22                      | 13761,19   | 1,4:1  |
| Cavalos   | 3                       | 33036,51   | 3,3:1  |
|           | 6                       | 84422,87   | 8,4:1  |
|           | 9                       | 26693,06   | 2,7:1  |

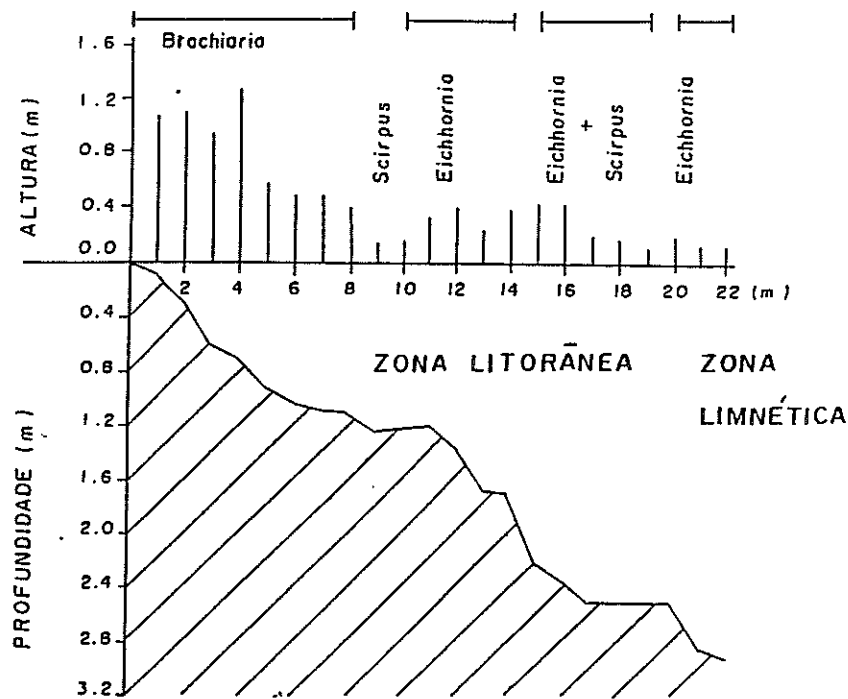


FIGURA 36. Heterogeneidade espacial da altura das plantas na região de ecótono terra-água na lagoa do Camargo, em Agosto de 1999.

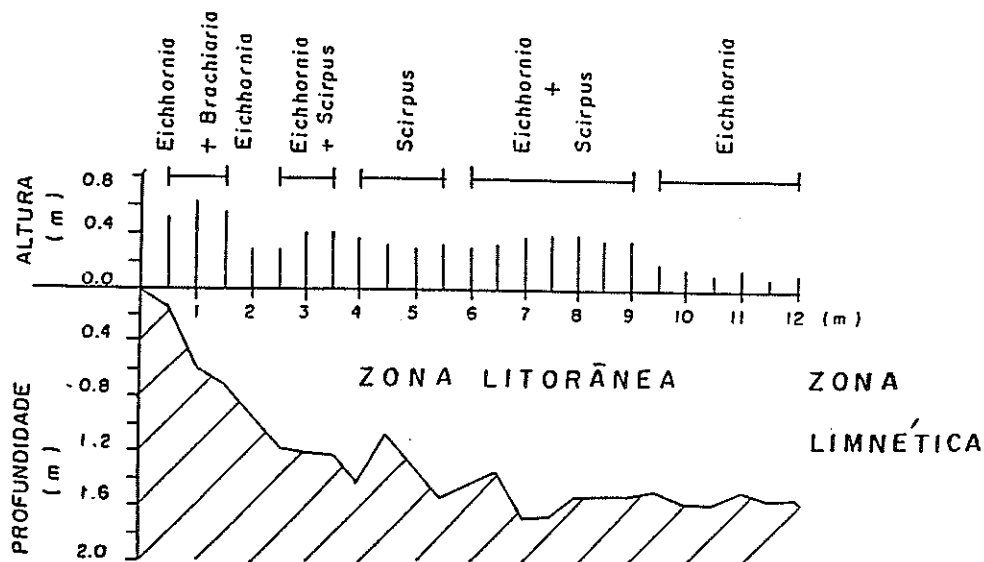


FIGURA 38. Heterogeneidade espacial da altura das plantas na região de ecótono terra-água na lagoa dos Cavalos, em Agosto de 1999.

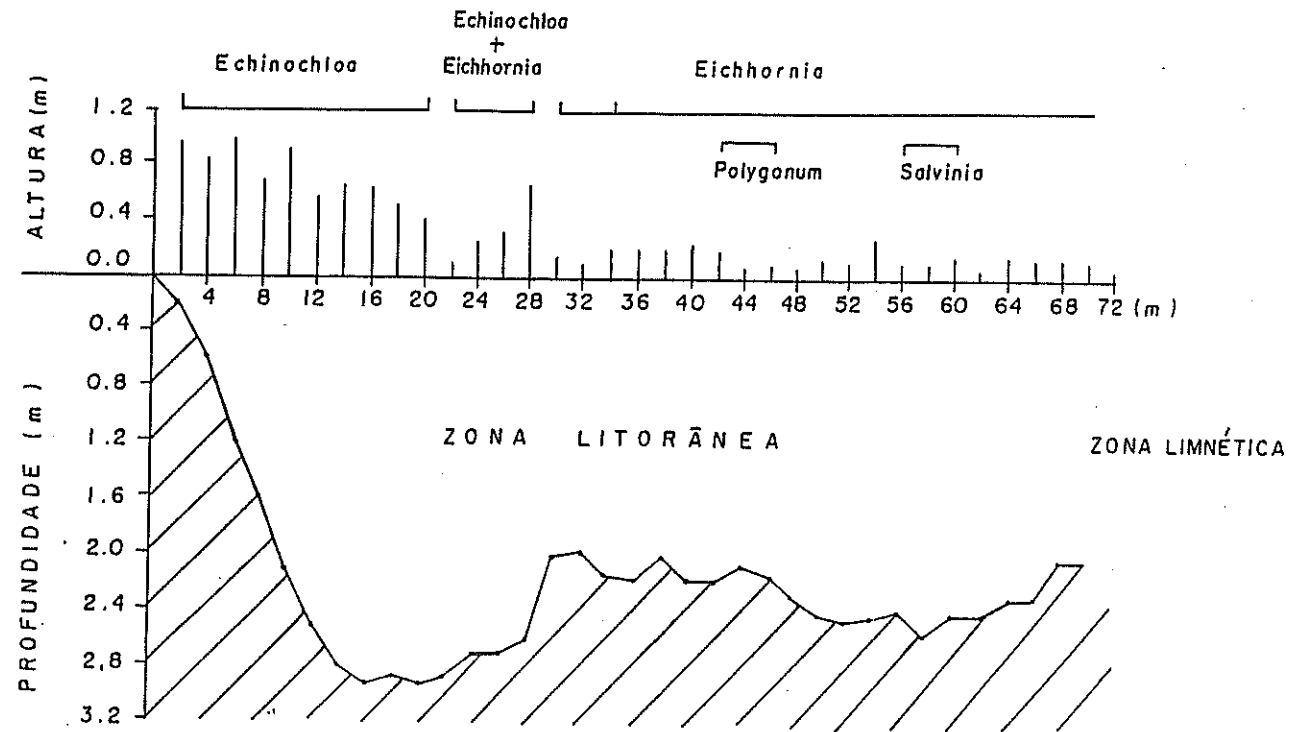


FIGURA 37. Heterogeneidade espacial da altura das plantas na região de ecótono terra-  
 água na lagoa do Coqueiral, em Agosto de 1999.

## DISCUSSÃO

De acordo com NIELSON (1993), ecótono é definido como uma zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes, com uma série de características unicamente definidas por uma escala temporal e espacial, com fortes interações entre sistemas ecológicos adjacentes.

Os ecótonos, incluem florestas ripárias, áreas alagadas marginais, zona litoral dos lagos e áreas com trocas significativas de águas subterrâneas e superficiais (DECÁMPS & NAIMAN, 1990).

Áreas alagadas são definidas como locais entre os sistemas aquático e terrestre, cobertas por água superficial. Estas áreas apresentam três características importantes: (1) suportam num período mesmo pequeno, plantas aquáticas, (2) o substrato é predominantemente um solo hídrico ou não saturado, (3) o substrato pode ser saturado ou coberto por água superficial durante algum período. Para ser considerado área alagada, é preciso ter uma ou mais dessas três características (HOLLAND, *et al.*, 1990).

As fronteiras entre os corpos d'água de lagos, reservatórios, e a parte terrestre adjacente são, segundo PIECZYNSKA (1990), ecótonos "lênticos". Estes ecótonos apresentam uma considerável quantidade de plantas permanentes.

Segundo WARD (1998), as fronteiras e os ecótonos têm um certo grau de diferenciação. As fronteiras constituem-se numa abrupta descontinuidade e os ecótonos numa transição gradual (gradiente) entre os sistemas ecológicos adjacentes. O autor, diz que a interface sedimento-água é considerada uma fronteira, por causa da peculiar descontinuidade (oxigênio, nutrientes,...) que ocorrem em escalas de milímetros.

O presente trabalho foi realizado na zona de transição (ecótono terra-água) de três lagoas. Duas lagoas, as lagoas Camargo e Coqueiral, são associadas ao rio Paranapanema, principal tributário da represa de Jurumirim (SP), com dimensões consideráveis e a lagoa dos Cavalos, um ambiente pequeno, que apresenta uma associação temporária com o rio,

verificada apenas no período de cheia extremamente elevada ( a última ocorreu em Janeiro de 1997).

As lagoas do Camargo e Coqueiral por estarem associadas ao rio, sofrem influência da variação do nível da água, de acordo com MOSCHINI-CARLOS *et al.* (1998). Além desta influência estão sujeitas ao regime de operação do reservatório, através do controle da vazão. Desta forma, a variação do nível hidrológico da represa de Jurumirim afeta diretamente a zona de desembocadura do rio Paranapanema e conseqüentemente suas baias marginais.

Estas lagoas (Camargo e Coqueiral) apresentam algumas das características definidas por HOLLAND *et al.*, (1990) como área alagada. Ambas apresentam nas margens plantas aquáticas; o seu substrato pode ser considerado um solo não drenado, o conteúdo de água do sedimento destas lagoas foi em média de 46%, nos períodos estudados. A lagoa dos Cavalos também mostrou um padrão muito semelhante ao das outras duas lagoas, em relação à presença de plantas aquáticas e ao conteúdo de água do sedimento (em média 43%).

Os locais de estudo podem ser considerados ecótonos "lênticos", pois ocorrem na zona de transição terra-água de três lagoas.

Pela definição os ecótonos, apresentam uma transição gradual entre os sistemas ecológicos no qual estão inseridos, neste caso terra-água.

As propriedades ambientais dos ecótonos "lênticos" são determinadas, em geral, pelo clima local, tipo de solo e rocha e, pela química da água. Mas, esta zona é altamente diferenciada no que diz respeito a variação espacial e temporal, microclima (luz, temperatura), estrutura e química do sedimento e química da água dentro dos estandes de plantas aquáticas. A variação espacial depende da extensão dos períodos de cheia e seca (PIECZYNSKA, 1990).

A análise química da água dos pontos amostrados nas lagoas, nos períodos seco e chuvoso (Agosto/98 e Fevereiro/99), mostrou uma variação temporal bem evidente para as variáveis material em suspensão, alcalinidade, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, nitrogênio total e fósforo total.

O teor de material em suspensão foi maior no período seco, porém não foram verificadas diferenças significativas entre os pontos e períodos amostrados nas lagoas.

O local de estudo (zona litoral dos lagos), tem uma estrutura bastante complexa, envolvendo as comunidades que fazem parte desta paisagem ( ecótono terra-água), como as macrófitas aquáticas, algas, bactérias, microfauna, sedimento e água (BRETSCHO, 1995). Estes locais são colonizados por macrófitas aquáticas emersas formando uma intrincada rede subaquática constituída por raízes, rizomas, detritos de plantas, material em decomposição que propiciam a esta região a capacidade de funcionar como filtro (PETRACCO, 1995). De acordo com JUNK *et al* (1996), as plantas herbáceas como a macrófita aquática *Echinochloa polystachya*, que é um vegetal predominante na zona de desembocadura do Rio Paranapanema (POMPÊO, 1996), forma extensos bancos monoespecíficos, que aceleram a deposição do sedimento. Talvez o conjunto de fatores citado acima possa explicar a diminuição de material em suspensão no período chuvoso.

As concentrações de oxigênio dissolvido, foram significativamente diferentes no período chuvoso. Nos pontos do ecótono amostrados nas lagoas do Camargo e Coqueiral, no período chuvoso foram observadas as maiores concentrações de oxigênio dissolvido. Na lagoa dos Cavalos, as concentrações foram bem menores.

Alguns fatores como a temperatura, morfologia dos lagos, velocidade de corrente, entrada de material aloctóne, vento, processos como a fotossíntese e respiração, interferem na dinâmica do oxigênio dissolvido nos sistemas aquáticos (THORTON *et al*, 1990). Segundo SCHÄFER (1985), há uma relação entre a solubilidade de O<sub>2</sub> dissolvido com a temperatura. O aumento de consumo e a diminuição da solubilidade são responsáveis pelas alterações de balanço do oxigênio nas regiões tropicais.

MACMANUS *et al*. (1996), ressaltam que a diminuição (consumo) de oxigênio dissolvido pode estar relacionada com processos de oxidação da matéria orgânica particulada na zona eufótica.

De acordo com PIECZYNSKA (1990), estes habitats (ecótonos terra-água), estão sob uma influência variável de detritos da terra e do lago. Somado a isto, tem-se o pequeno volume de água das zonas de transição, causando uma alta concentração de substâncias orgânicas e minerais, que causam freqüentemente um déficit de oxigênio.

Segundo GESSNER *et al.* (1996), a zona litoral dos lagos apresenta uma alta produtividade primária. Isto por sua vez resulta em uma considerável atividade heterotrófica, o que acarreta contrastes ambientais, tais como uma baixa concentração de oxigênio.

WHITAKER *et al.* (1995), investigando a heterogeneidade espacial de características físicas e químicas da água e do sedimento em áreas alagadas no reservatório do Labo (SP), concluíram que a heterogeneidade espacial encontrada estava relacionada com os fluxos de inundação e com as comunidades de macrófitas aquáticas, que foram responsáveis segundo os autores, pela diversidade das características abióticas nos locais amostrados. Os autores verificaram que em locais onde houve uma baixa circulação de água, foi evidenciada um alto conteúdo de matéria orgânica e de água no sedimento e uma baixa concentração de oxigênio dissolvido na água.

As macrófitas aquáticas também podem influenciar as trocas gasosas. De acordo com ERIKSON & WEISNER (1999), macrófitas aquáticas submersas fazem a troca de gases  $O_2$  e  $CO_2$  na fotossíntese, entre a superfície de suas folhas e a água. Devido a redução do movimento da água em função da presença de bancos das macrófitas aquáticas submersas, há uma limitação de troca dos gases com a atmosfera e da água com o ar e, a atividade metabólica dessas macrófitas podem produzir conspícuas mudanças nas concentrações de  $O_2$ , carbono inorgânico dissolvido e pH.

Nos pontos estudados nas lagoas do Camargo e Coqueiral, há um aumento do volume de água, devido ao contato direto que estas lagoas tem com rio e da operação do reservatório, através do controle da vazão. Isto faz com que as áreas terrestres adjacentes sejam inundadas, o que leva a um aumento na introdução de matéria orgânica. Além disso, as macrófitas aquáticas produzem grande quantidade de biomassa, que é em parte decomposta no interior da lagoa. Esse conjunto gera um acréscimo de matéria orgânica no ambiente que, por decomposição microbiana consome grande parte do oxigênio dissolvido. Estas devem ser algumas das razões de se ter encontrado um déficit de oxigênio dissolvido e da variação entre os pontos amostrados nas lagoas no período chuvoso.

A condutividade elétrica, foi maior no período seco nas lagoas do Camargo e Coqueiral. A lagoa dos Cavalos apresentou um comportamento inverso, os maiores valores



para esta variável foram verificados no período chuvoso. Porém no período seco, foi verificada uma amplitude de variação significativa entre os pontos amostrados nas lagoas. O maior valor verificado foi na lagoa do Coqueiral e o menor na lagoa dos Cavalos.

POMPÊO *et al.* (1997) infere que uma maior entrada de água resulta numa diminuição proporcional das concentrações dos íons dissolvidos e conseqüentemente da condutividade elétrica, caracterizando assim um efeito de diluição.

MOSCHINI-CARLOS *et al.* (1998), observaram uma variação da condutividade elétrica numa baía marginal na zona de desembocadura da represa de Jurumirim, no rio Paranapanema (SP). Segundo os autores no período de maior precipitação, uma grande quantidade de água entra no lago, ocasionando um efeito de diluição.

As lagoas do Camargo e Coqueiral parecem confirmar a ocorrência deste efeito de diluição, pois estas lagoas apresentam uma conexão permanente com o rio Paranapanema. Contudo, na lagoa dos Cavalos, que não tem associação com o rio, ocorre um fenômeno inverso, a entrada de água da chuva no período chuvoso parece propiciar um incremento dos íons, provocando um aumento da condutividade elétrica, em decorrência da elevação do nível de água na lagoa e "afogamento" da vegetação enraizada e geração de íons via decomposição.

Para a alcalinidade, ocorreu uma amplitude de variação entre os períodos seco e chuvoso. Os maiores valores desta variável foram verificados nos pontos das lagoas do Camargo e Coqueiral, no período seco. Contudo não houve uma variação significativa dos valores de alcalinidade entre estas duas lagoas. Na lagoa dos Cavalos, foi verificado um comportamento inverso ao das outras duas, pois no período chuvoso, foi observado o maior valor desta variável.

Segundo ESTEVES (1998), a alcalinidade é uma variável inversamente proporcional a concentração de  $CO_2$ . Este gás é essencial para a realização da fotossíntese. Provavelmente, há uma menor concentração deste gás no período chuvoso, na lagoa dos Cavalos. Neste período, as macrófitas aquáticas emersas apresentam um crescimento mais acentuado, com o aumento do nível da água, a macrófita aquática *Echinochloa polystachya*, comum nas margens das lagoas, passa para a sua fase aquática. Isto acarreta num consumo maior de  $CO_2$  e, conseqüentemente um aumento da alcalinidade.

Nitrogênio e fósforo da água tiveram variações significativas somente no período chuvoso. As maiores concentrações destes elementos foram verificadas na lagoa dos Cavalos. Nas lagoas do Camargo e Coqueiral, não foi evidenciado nenhuma variação significativa.

Com relação à concentração de nitrogênio total dissolvido das lagoas, verificou-se uma variação temporal. As lagoas do Camargo, Coqueiral e dos Cavalos, apresentaram um comportamento similar, em ambas foi verificado que a maior concentração deste elemento ocorreu no período chuvoso. Um pequeno gradiente foi verificado entre os pontos amostrados, na lagoa do Camargo e dos Cavalos, no período seco. O ponto com a menor concentração deste elemento, foi o A (região de transição litorânea-limnética) sendo seguido pelos pontos B (região intermediária) e C (região litorânea), com as maiores concentrações. Na lagoa do Coqueiral no mesmo período, as concentrações foram menores e também houve um gradiente. A menor concentração de nitrogênio na água foi no ponto C (região litorânea) e a maior, no ponto A (região de transição litorânea-limnética). No período chuvoso, não foi observado este gradiente entre os pontos amostrados.

Os valores de fósforo total na água das lagoas do Camargo, Coqueiral e dos Cavalos, também mostraram uma variação temporal. No período chuvoso foi verificada uma diferença significativa entre os pontos amostrados das lagoas. Nos pontos estudados das lagoas do Camargo e Coqueiral, os valores foram similares e bem menores que os da lagoa dos Cavalos. Outro comportamento observado, foi um aumento gradativo das concentrações de fósforo do ponto A (região de transição litorânea-limnética) para o ponto C (região litorânea), nas duas lagoas, no período seco. No período chuvoso, na lagoa do Coqueiral a maior quantidade foi observada no ponto B e a menor no ponto A. Na lagoa dos Cavalos, ocorreu o inverso. No período chuvoso, foram verificadas as maiores quantidades de fósforo na água, em média 50% maiores que no período seco. Nesta lagoa, também foi evidenciado um aumento gradativo do ponto A para o C, no período seco. No período chuvoso, o aumento foi do ponto A para o B.

No sedimento, as porcentagens de nitrogênio e fósforo não variaram significativamente entre os períodos estudados. Nas lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos as maiores porcentagens destes nutrientes foram encontradas no período seco. Tanto para

o nitrogênio como para o fósforo, as porcentagens foram em média 50% maiores neste período. Uma diferença gradual também foi observada nos pontos amostrados. Na lagoa do Camargo, nos pontos A e B foram verificadas porcentagens similares de fósforo, porém maiores que no ponto C, no período seco. Para o nitrogênio, ocorreu o inverso, no ponto A foi verificada a menor porcentagem. Na lagoa do Coqueiral, foi observado o mesmo padrão de variação entre os pontos amostrados para o fósforo. Com relação ao nitrogênio, o ponto de maior porcentagem foi o C. A lagoa dos Cavalos também mostrou o mesmo padrão de variação entre os pontos.

No período chuvoso, na lagoa do Camargo, nos pontos A e B, foram verificadas as maiores porcentagens de fósforo e no C a menor. O mesmo ocorreu com o nitrogênio. Na lagoa do Coqueiral, nos pontos A e B, foram verificadas as menores porcentagens de fósforo e nitrogênio e no ponto C a maior. Assim como na lagoa do Camargo, nesta lagoa também não houve variação das porcentagens de nitrogênio entre os pontos A e B. Na lagoa dos Cavalos o padrão de variação de nitrogênio e fósforo foi similar ao da lagoa do Coqueiral.

Segundo PIECZYNSKA (1993), a variabilidade na distribuição de nutrientes na zona litoral dos lagos, é causada por diferenças na quantidade da biota, de detritos e das concentrações de nutrientes destes componentes. Esta variação sazonal e espacial parece estar relacionada com o sedimento e as macrófitas aquáticas que armazenam nutrientes.

As macrófitas aquáticas têm um papel central na ciclagem de nutrientes nos ecótonos. As taxas de absorção pelas raízes, translocação, liberação e decomposição das plantas têm uma grande influência na ciclagem de nutrientes. O papel das macrófitas aquáticas difere de ecótono para ecótono, com relação à ciclagem de nutrientes. Esta diferença é determinada principalmente pela composição dos grupos ecológicos ( proporção de plantas emersas, submersas e com folhas flutuantes), produção de biomassa e pelo local de absorção dos nutrientes (PIECZYNSKA, 1990).

Nos pontos e períodos amostrados nas lagoas do Camargo, Coqueiral e Cavalos, a variação encontrada nos nutrientes da água, parece estar relacionada com os tipos ecológicos de macrófitas aquáticas encontradas nessas lagoas.

Na lagoa do Camargo, foram identificadas no período chuvoso, dois tipos ecológicos de macrófitas aquáticas, emersa (*Eichhornia azurea*, *Cyperus* sp, *Echinochloa polystachya*) e

flutuante (*Salvinia* sp). Nesta lagoa, as espécies com maior biomassa foram *E. azurea* e *E. polystachya*.

Na lagoa dos Cavalos, foi verificado no período chuvoso a presença de somente espécies de macrófitas aquáticas emersas (*E. azurea*, *Cyperus* sp e *Brachiaria* sp). As espécies com maior biomassa foram *E. azurea* e *Brachiaria* sp.

Na lagoa do Coqueiral, com um comportamento inverso, pois a concentração de nitrogênio total da água foi maior no período seco, as espécies de macrófitas aquáticas encontradas foram *E. azurea*, *Cyperus* sp (emersas), *Salvinia* sp (flutuante) e *Utricularia* sp (submersa livre). Porém, o mesmo padrão de distribuição de biomassa das duas outras lagoas foi verificado neste ambiente, ou seja as plantas emersas foram aquelas com maior biomassa.

Como pode ser observado, cada lagoa apresentou tipos ecológicos de macrófitas aquáticas distintos, porém com uma maior predominância de macrófitas aquáticas emersas nos períodos amostrados (seco e chuvoso). Entretanto, no período seco, os valores de biomassa foram maiores que no período chuvoso, porém as diferenças não foram significativas.

A variação de biomassa das plantas aquáticas afeta a ciclagem de nutrientes nos sistemas aquáticos, nos quais estas plantas estão inseridas, pois elas são responsáveis pelo retorno destes nutrientes no ambiente, pelo processo da decomposição.

Este processo promove o retorno dos nutrientes estocados na biomassa das plantas aquáticas para a coluna d'água (ROLLAND *et al.* 1990).

De acordo com POMPÊO e HENRY (1997), a decomposição da macrófita aquática *Echinochloa polystachya*, uma espécie muito comum nas margens do rio Paranapanema, apresenta uma ordem decrescente na velocidade de decomposição de suas frações: detrito aéreo > lâmina > bainha > detrito aquático > colmo. Assim, o fósforo e o nitrogênio são rapidamente lixiviados no início do processo de decomposição.

LIMA (1999), estudando a colonização de invertebrados durante o processo de decomposição de *Eichhornia azurea* KUNTH e *Eichhornia crassipes* SOLMS na represa de Jurumirim (Zona de desembocadura dos rios Paranapanema e Guareí SP), verificou que o processo de decomposição de *E. azurea*, ocorre em duas fases. A primeira fase o processo é

mais rápido, uma perda de aproximadamente 26%(no período seco) e 21% (no período chuvoso) nas primeiras 24 horas.

A distribuição de nitrato na coluna d'água em lagos tropicais é fortemente influenciada pela atividade de bactérias nitrificantes e desnitrificantes que atuam simultaneamente na coluna d'água. Em lagos tropicais, a concentração e a distribuição de nitrato parece estar relacionada com o grau de oxigenação da coluna d' água (ESTEVES, 1998).

Segundo PETRACCO (1995), isto pode implicar em alterações nas relações dos compostos nitrogenados. A autora estudando duas espécies de macrófitas aquáticas *Polygonum spectabile* e *Paspalum repens*, na represa de Barra Bonita (SP), verificou baixas concentrações de oxigênio dissolvido dentro dos bancos de macrófitas e constatou que a concentração de nitrogênio-total foi maior dentro do banco de *Polygonum spectabile* e *Paspalum repens* do que fora do banco.

Um fator que pode limitar a distribuição do fósforo nos sistemas aquáticos, são as condições de oxidação. As raízes das plantas de áreas alagadas, como *Myriophyllum* sp , que é uma planta aquática submersa enraizada, libera o excesso de oxigênio ao redor do seu substrato. Se a demanda química de oxigênio e o metabolismo microbiano do solo é alto, há uma grande demanda de oxigênio e a rizosfera fica muito reduzida (DENNY,1987).

Este fato possibilita a absorção de ortofosfato, contido na camada reduzida, o qual está impedido de difundir-se para a coluna d'água, devido a camada de oxidação do sedimento. Parte deste ortofosfato é incorporado à biomassa das plantas aquáticas e parte é liberado para a coluna d'água, onde muitas vezes é utilizado pelas bactérias e algas perifíticas, antes mesmo de alcançar a água. Devido às altas temperaturas dos lagos tropicais, estes organismos aumentam consideravelmente o seu metabolismo.

A quantidade de formas fosfatadas recicladas no ambiente depende das condições físicas e químicas do meio, pois a liberação do fósforo para a coluna d'água ocorre mais facilmente em condições de baixas concentrações de  $O_2$  e, anaerobiose (ESTEVES, 1998).

De acordo com POMPEO *et al.*(1997), a zona de desembocadura do rio Paranapanema, na represa de Jurumirim (SP), apresenta elevada temperatura e

concentração alta de  $O_2$  dissolvido na água, propiciando assim condições favoráveis para uma rápida mineralização da matéria orgânica.

A liberação de fósforo na água também é controlada por fatores externos que incluem além da liberação de  $O_2$ , nitrato na água, fatores climáticos (KLEERBERG *et al.*, 1997).

De acordo com MOUSTAFA (1999), uma grande absorção de nutrientes pela biota, pode reduzir suas concentrações na coluna d'água, aumentando a ciclagem do fósforo para a biota.

Além destes fatores, variações do nível da água causam uma alteração sazonal nas concentrações do fósforo (JOHNSTON, 1993).

PRADO *et al.* (1994), chama a atenção sobre a dinâmica das macrófitas aquáticas do Pantanal de Poconé (MT), que rapidamente assimilam quase todos os nutrientes da água logo após o período de inundação.

Possivelmente, esse conjunto de fatores, composição dos grupos ecológicos das macrófitas aquáticas de cada lagoa, a produção de biomassa, locais de absorção de nutrientes pelas plantas aquáticas (sedimento, água), decomposição e grau de oxigenação da coluna d'água podem explicar, em parte a variação de nitrogênio e fósforo da água, verificada neste estudo.

Segundo HAKANSON (1981), há uma relação entre o conteúdo de água do sedimento e a profundidade do lago. Isto é, maior profundidade, maior conteúdo de água. A composição granulométrica do sedimento, também é um fator que limita o conteúdo de água.

Nas lagoas estudadas os pontos A (região de transição litorânea-limnética), e B (região intermediária), apresentaram maior conteúdo de água e também as maiores profundidades. No ponto C (região litorânea), o conteúdo de água foi em geral menor e foi o ponto com menores profundidades. Contudo não foi detectada nenhuma variação significativa entre os pontos e períodos amostrados das lagoas.

No sedimento da lagoa do Camargo, foi verificado pela análise granulométrica uma porcentagem de argila de 41,7%, silte de 35% e areia de 23,3%. Na lagoa do Coqueiral, a argila teve também maior participação percentual (55%) em relação a silte (38%) e areia

(7%). Na lagoa dos Cavalos, o maior percentual foi de areia (62%) seguida por silte (16%) e por argila (13,4%). Mas não apresentaram variação temporal distintas.

Matéria orgânica é um importante componente dos sedimentos dos lagos. Influencia uma variedade de processos biogeoquímicos; é um fator controlador muito importante das condições redox, do oxigênio da água, da ciclagem do fósforo e de outros nutrientes (BERNASCONI *et al.* 1997).

No conteúdo de matéria orgânica do sedimento, não foi verificada nenhuma variação temporal, entretanto foi detectada uma variação espacial significativa nos locais de estudo. No período seco, foi verificada uma maior porcentagem de matéria orgânica em todas as lagoas. Entre os pontos, foi verificada uma tendência de aumento crescente do ponto A (região de transição litorânea-limnética) para o C (região litorânea), exceção feita ao transecto 3 em que houve um decréscimo do ponto A para C, nas lagoas do Camargo e Coqueiral. Na lagoa dos Cavalos, não foi observada esta tendência. Em média, o conteúdo de matéria orgânica foi maior na Lagoa do Camargo (12,5%) e Coqueiral (18,8%) e menor na lagoa dos Cavalos (3,7%).

Segundo HEYER *et al.* (1998), a variação espacial da matéria orgânica no sedimento dentro dos lagos, pode ser associada às taxas de mineralização. Segundo os autores, a matéria orgânica sedimentada na zona litoral, não é imediatamente metabolizada e pode ser ressuspensa e transportada para o sedimento da zona pelágica. Isto talvez explique os valores mais elevados da matéria orgânica observados nas lagoas do Camargo e Coqueiral, ambos ambientes maiores e com conectividade elevada com o Rio Paranapanema.

As variações de nitrogênio e fósforo do sedimento, parecem estar relacionadas com a heterogeneidade dos tipos ecológicos de macrófitas aquáticas encontradas nos locais estudados (lagoas). Como, discutido anteriormente, as macrófitas aquáticas têm como fonte de nutrientes, a água e o sedimento.

Macrófitas aquáticas emersas (*E. azurea*, *E. polystachya*, *Cyperus* sp, *Brachiaria* sp, *Polygonum* sp), submersas enraizadas (*Myriophyllum* sp, *Ludwigia* sp), têm como fonte principal de nutrientes, o sedimento.

As macrófitas aquáticas submersas livres (*Utricularia* sp) e flutuantes (*Salvinia* sp), encontradas apenas nas lagoas do Coqueiral e Camargo, têm como fonte principal de nutrientes, a água.

Nos locais amostrados, onde havia um predomínio de macrófitas aquáticas emersa e submersas enraizadas, foi verificada uma menor porcentagem de nitrogênio e fósforo no sedimento.

As raízes das macrófitas aquáticas emersas e submersas enraizadas, afetam seus ambientes. Podem influenciar processos, como a taxa de sedimentação que pode ser aumentada dentro dos bancos de macrófitas, devido a estruturação da matéria orgânica. A mineralização desta matéria orgânica pode aumentar a liberação de oxigênio das raízes, e o  $\text{PO}_4^{-3}$  -P também pode ser liberado devido ao baixo potencial de redox na superfície do sedimento, ou devido a elevado pH (BARKO *et al.* 1980; STEPHEN *et al.* 1997).

As plantas aquáticas incorporam muito dos seus nutrientes do sedimento. O nitrogênio também é incorporado do sedimento, quando suas concentrações na água são baixas.

PETRUCIO & ESTEVES (2000), estudando as taxas de absorção de nitrogênio e fósforo da pelas macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* e *Salvinia auriculata*, observaram que, quando as concentrações de N e P na água são elevadas, isto não reflete-se num aumento da porcentagem de absorção destes nutrientes. Segundo os autores, em áreas tropicais *Eichhornia crassipes* exibe uma alta eficiência na absorção de N e P do que *Salvinia auriculata*, e a alta concentração desses elementos reduz as taxas de absorção de N e P na água para ambas as espécies.

As concentrações de nitrogênio e fósforo do sedimento, também são determinadas pela geologia, granulometria, oxigênio dissolvido e concentração de carbono orgânico (CARR *et al.* 1998).

De acordo com LOPES-FERREIRA *et al.* (1998), a retenção de fósforo depende em grande parte, da frequência e duração das flutuações do nível da água e da espessura relativa dos solos ou camada aeróbica do sedimento. O fósforo é precipitado e estocado nas partículas do sedimento, sob condições aeróbicas durante o período de vazante, e é liberado



e absorvido rapidamente sob condições anaeróbicas no sedimento ou na superfície do solo logo após a inundação.

A biomassa apresentou variações entre os períodos de estudo (seco e chuvoso). No período seco, os seus valores foram maiores que no período chuvoso. Contudo, neste período foi encontrado um maior número de espécies. Entretanto não foi verificada nenhuma diferença significativa de biomassa da macrófita aquática *Eichhornia azurea* nos pontos e períodos amostrados das lagoas.

Segundo ESTEVES (1998), os fatores determinantes na sazonalidade de biomassa, são a alternância entre os períodos seco e chuvoso e as variações do nível da água. Este autor assegura que o nível da água é de grande importância para ecossistemas lacustres, como represas e lagos, que têm comunicação com o rio.

POMPÊO (1996) infere que as variações de biomassa da macrófita aquática *Echinochloa polystachya*, na represa de Jurumirim, que ocorrem ao longo de um ano devem estar relacionadas com a variação do nível da água.

LUCIANO e HENRY (1998), estudando a biomassa de *Eichhornia azurea* e *Brachiaria arrecta*, na desembocadura do rio Taquari, na represa de Jurumirim, verificaram que a biomassa dessas duas espécies no período seco foi menor. Neste período, ocorreu uma substituição das espécies por outras (*Polygonaceae* e *Cyperaceae*), que são as mais adaptadas às condições secas.

PETRACCO (1995) verificou que a biomassa de *Polygonum spectabile* no braço do Piracicaba (Represa de Barra Bonita) foi maior nos meses de junho e julho de 1992 (1659,4 e 1565,8 gPS/m<sup>2</sup>) e menor no mês de abril (948,8 gPS/m<sup>2</sup>). Este mesmo padrão de variação da biomassa foi também observado no braço do Tietê (Represa de Barra Bonita).

CARR & CHAMBERS (1998) inferem que diferentes fatores como o tipo de sedimento, a granulometria, a matéria orgânica, o conteúdo de oxigênio, a velocidade de corrente, a competição interespecífica, além da concentração de nutrientes, influenciam a variabilidade e a biomassa das macrófitas aquáticas. Segundo estes autores, a biomassa das macrófitas aumenta linearmente com o aumento da concentração de fósforo no sedimento (neste estudo, as maiores porcentagens de fósforo no sedimento foram observadas no

período seco, que foi também o período em que os valores de biomassa foram maiores), mas não responde da mesma forma a um aumento na concentração de nitrogênio no sedimento.

FEIJOÓ *et al.* (1996), estudando os fatores que influenciam a biomassa e o conteúdo de nutrientes na macrófita aquática submersa *Egeria densa* Planch., verificaram que dentre os fatores físicos (velocidade de corrente, temperatura), químicos (pH, Condutividade, oxigênio dissolvido, nutrientes na água e no sedimento), as concentrações de nutrientes na água e no sedimento, apresentaram correlações significativas com a biomassa.

DA SILVA & ESTEVES (1993), após determinação da biomassa de três espécies de macrófitas aquáticas (*Eichhornia azurea*, *Eichhornia crassipes*, *Ludwigia natans*) no pantanal do Mato Grosso, verificaram que houve um aumento durante o período de enchente. Estes autores inferem que pode ser atribuído a temperaturas relativamente altas e a uma pequena amplitude térmica, observada no período em estudo (novembro de 1984 /85). Segundo estes autores, uma diminuição da biomassa durante a fase de cheia, foi resultado de herbívoros.

NOGUEIRA & ESTEVES (1990) sugerem que fatores ambientais como aumento de temperatura do ar e da água, e processos biológicos como competição e estratégias de crescimento, podem também ser as causas da variação da biomassa de macrófitas (*E. azurea* e *Scirpus cubensis*).

COLONNELLO (1998), estudando a biomassa de *Eichhornia crassipes* e *Paspalum repens*, no delta do rio Orinoco (Venezuela), infere que dois aspectos podem ser importantes, para explicar a variação da biomassa. O primeiro seria a variação do nível da água que pode reduzir a absorção e ciclagem de nutrientes, para as raízes das macrófitas. O segundo aspecto diz respeito às modificações que a variação do nível da água, pode trazer para o habitat, onde se encontram as comunidades de macrófitas aquáticas.

CAMARGO & ESTEVES (1996), mostram a influência do nível da água na variação da biomassa e composição química de *E. azurea* (KUNTH), uma espécie de macrófita aquática comum nos lagos marginais (oxbow-lake) do rio Mogi-Guaçu. Os autores concluíram que a variação do nível da água desloca material aloctôneo e a água sofre um aporte maior de nutrientes. Esta conclusão pode ser comprovada através da observação da variação sazonal da biomassa e composição química de *E. azurea*.

Processos biológicos como, competição entre espécies, estratégias de crescimento, também são importantes fatores que interferem na dinâmica e funcionamento da comunidade.

As investigações sobre a composição química de macrófitas aquáticas são importantes, porque além de fornecer dados sobre a sua capacidade em estocar nutrientes (BARBIERI & ESTEVES, 1991), elas permitem também inferir sobre a sua disponibilidade para o seu desenvolvimento (GERLOFF & KROMBOLZ, 1966).

As macrófitas aquáticas têm reconhecida capacidade de estocar nutrientes, os quais são devolvidos em parte para o ambiente, através da excreção e decomposição de sua biomassa.

A importância de se determinar o estoque de nutrientes na biomassa das macrófitas aquáticas, reside no fato de se quantificar a influência destas para o balanço total de nutrientes no seu ambiente.

A análise de variância feita para a composição química da macrófita aquática *Eichhornia azurea*, mostrou uma variação significativa para o nitrogênio presente na planta para os três ambientes. Na lagoa do Coqueiral foi verificada a maior concentração deste elemento na planta, e nas lagoas do Camargo e dos Cavalos, os valores foram similares. Entre os períodos, no período chuvoso a planta apresentou maior concentração de nitrogênio. Para o fósforo presente na planta, não foi detectada nenhuma variação significativa entre as lagoas, e como ocorreu com o nitrogênio, o período chuvoso foi o período com maior concentração. Com relação aos teores de carbono na planta, foi verificada uma diferença significativa entre as plantas das lagoas. Na lagoa do Camargo, foram encontradas as menores concentrações de carbono na planta, e na lagoa dos Cavalos as maiores concentrações. Ao contrário do nitrogênio e do fósforo, para o carbono foram registradas no período seco as maiores concentrações.

Segundo GOPAL (1990), as macrófitas aquáticas emersas com mais tecidos estruturais têm, em geral, relativamente menos nitrogênio e fósforo do que as espécies flutuantes e submersas. Isto foi verificado para *Salvinia* sp. Esta macrófita aquática apresentou as maiores concentrações de nitrogênio no período seco, na lagoa do Camargo.

Porém no período chuvoso, *E. polystachya*, foi a espécie com maior concentração de nitrogênio, fósforo e carbono.

POMPÊO & HENRY (1997), estudando a variação longitudinal na concentração do carbono, nitrogênio e fósforo na macrófita aquática *E. polystachya* (H.B.K.) Hitchcock, verificaram um aumento de nitrogênio e fósforo em direção à região apical, enquanto que a concentração de carbono mostrou uma tendência inversa, isto é, foi maior na região distal. Segundo os autores, a alta concentração de carbono na região distal, provavelmente se deve a compostos como lignina e celulose.

Segundo ESTEVES (1998), as macrófitas aquáticas emersas, têm um maior teor de fibras, pois apresentam um sistema de sustentação mais desenvolvido, quando comparado com as macrófitas aquáticas flutuantes. Assim, as plantas emersas devem apresentar uma concentração mais alta de carbono, pois este elemento é o principal constituinte dos tecidos de sustentação.

PETRACCO (1995) verificou que *Paspalum repens* e *Polygonum esportabile*, duas espécies de macrófitas aquáticas emersas encontradas na represa de Barra Bonita (SP), apresentavam elevadas concentrações de nitrogênio e fósforo. Isto também foi verificado na lagoa do Coqueiral, no período chuvoso. *Polygonum* sp foi juntamente com *Ludwigia* sp, as espécies com maiores concentrações de nitrogênio e fósforo.

NOGUEIRA *et al.* (1996) não observaram um padrão de variação temporal para as concentrações de nitrogênio nas estruturas de *E. azurea*, enquanto que para *Scirpus cubensis*, foram detectadas baixas concentrações de nitrogênio durante o período da vazante e altas concentrações durante o período da enchente. Os autores inferem que as principais fontes de nutrientes no ambiente aquático são a coluna d'água e o sedimento. No caso do trabalho ora desenvolvido, as duas espécies de macrófitas estudadas tem como fonte principal de nutrientes, a água.

*Myriophyllum* sp, macrófita aquática submersa enraizada, encontrada na lagoa dos Cavalos no período seco, apresentou concentrações de nitrogênio e fósforo maiores que da outra espécie encontrada nesta lagoa (*E. azurea*). Segundo OZIMEK *et al.* (1993), macrófitas aquáticas submersas enraizadas, absorvem e acumulam grandes quantidades de nitrogênio.

MORAES (1999), estudando o estoque de elementos químicos em quatro espécies de macrófitas aquáticas (*Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Brachiaria arrecta* e *Cyperus sesquiflorus*), na reservatório de Salto Grande (Americana- SP), verificou que *Cyperus sesquiflorus*, apresentou uma variação temporal significativa, cujos valores em média oscilaram, de 1,62% em agosto a 2,45% em outubro. Segundo esta autora, espécies flutuantes provavelmente competem mais com o fitoplâncton do que outras plantas. Isto pode explicar as altas concentrações de nitrogênio encontradas para esta espécie na lagoa dos Cavalos, no período chuvoso. Neste período, as águas da lagoa estão muito turvas, devido à decomposição da matéria orgânica afogada, pelo aumento do nível da água.

A zona de transição entre duas ou mais comunidades distintas, denominada ecótono, contém, freqüentemente, organismos de cada uma das comunidades adjacentes e, além desses organismos característicos restritos ao ecótono. Geralmente, tanto o número como a densidade populacional de algumas espécies são maiores no ecótono do que as comunidades que o ladeiam. A tendência ao aumento de variedade e densidade em zonas de contato entre comunidades é conhecida como efeito de borda (ODUM, 1988).

Os resultados mostram que no período seco, a diversidade de espécies encontradas nas lagoas foi menor do que no período chuvoso.

Na lagoa do Camargo, foi verificado a presença de três espécies de macrófitas aquáticas, *E. azurea*, *Cyperus* sp e *Salvinia* sp (período seco). *E. azurea*, foi a espécie com maior biomassa. A maior diversidade foi verificada no transecto 3. No período chuvoso, foram identificadas quatro espécies, *E. azurea*, *Cyperus* sp, *E. polystachya* e *Salvinia* sp. Porém, a biomassa foi menor, que no outro período. Os transectos 1 e 3 foram os que apresentaram maior diversidade.

Foram identificadas quatro espécies de macrófitas, na lagoa do Coqueiral no período seco, *E. azurea*, *Cyperus* sp, *Salvinia* sp, e *Utricularia* sp. *Cyperus* sp e *E. azurea* foram as espécies com maior biomassa. No período chuvoso, foram identificadas seis espécies, *E. azurea*, *Cyperus* sp, *Salvinia* sp, *Ludwigia* sp, *Polygonum* sp, *Brachiaria* sp e *E. polystachya*. As espécies com maior biomassa foram *E. azurea*, *Ludwigia* sp e *E. polystachya*.

Na lagoa dos Cavalos, foram identificadas no período seco, duas espécies de plantas aquática, *E. azurea* e *Myriophyllum* sp. *E. azurea* foi a espécie com maior biomassa. No

período chuvoso, foi verificada a presença de três espécies de plantas aquáticas, *E. azurea*, *Cyperus* sp e *Brachiaria* sp. As espécies com maior biomassa foram *E. azurea* e *Brachiaria* sp.

Segundo NAIMAN *et al.* (1988), o efeito de borda não se aplica a todos os taxos e fronteiras. Nos casos onde o efeito de borda ocorre, a biodiversidade pode ser afetada pela extensão e qualidade das fronteiras. Dentro das fronteiras, algumas espécies são características destas áreas enquanto outras espécies exercem atividades que são essenciais à sua sobrevivência. A abundância e sobrevivência destas espécies, estão relacionadas com a quantidade e qualidade do espaço da fronteira. Certas espécies, necessitam de um espaço grande e não fragmentado. Paisagens fragmentadas podem ter um espaço ecotonal abundante, mas podem não ter um habitat adequado para algumas espécies. Consequentemente, a diversidade local pode não ser máxima por que a razão entre a borda/área é reduzida.

A hipótese do distúrbio intermediário, prediz que a baixa diversidade de espécies em habitats expostos a altos níveis de distúrbio, está relacionada ao nível de tolerância que algumas espécies apresentam. Espécies com altos níveis de tolerância, podem sobreviver e rapidamente recolonizar o habitat. De acordo com esta hipótese, a baixa diversidade de espécies também ocorre sobre níveis muito baixos de distúrbio, desde que se considere que a alta competitividade das espécies pode monopolizar os recursos existentes. Em condições de perturbação intermediária, a diversidade das espécies é máxima por causa da variedade de taxos que podem tolerar as condições, mas não podem dominar completamente a comunidade (WARD *et al.* 1999).

De acordo com ODUM (1990), a composição das espécies dentro de uma zona de transição, em muitos casos pode sofrer a influência da alelopatia, que é uma interação química negativa entre as plantas. Algumas plantas produzem substâncias químicas, que quando liberadas no ambiente, podem afetar o desenvolvimento, o comportamento ou a estrutura populacional de outra espécie.

Segundo este autor, plantas que têm raízes ou rizomas muito densos, dominam o ecótono. Como a *Typha*, que cresce rápida e agressivamente, via sistema radicular, e forma densos rizomas. Plantas que podem imobilizar nutrientes, criando um sistema com

mecanismo de conservação de nutrientes, podem contribuir para uma contínua dominância em detrimento de outras espécies.

WARD *et al.* (1999), postularam que a biodiversidade, tem seu máximo em alguns níveis intermediários, embora os autores desconheçam dados definitivos para suportar ou refutar esta controvérsia. A baixa conectividade, pode impedir troca de matéria, energia e organismos entre as partes mostrando uma reduzida biodiversidade. Contudo, para uma fragmentação de habitat e uma elevada conectividade é esperada uma redução de heterogeneidade do habitat, com concomitante declínio na biodiversidade. Uma melhor compreensão das relações ecológicas entre conectividade e biodiversidade necessita claramente de uma perspectiva holística. De acordo com os autores, o modelo de equilíbrio dinâmico que integra a hipótese de distúrbio intermediário e a produtividade intermediária, prediz que um número potencial de espécies competindo em um habitat, varia de acordo com a relação entre o distúrbio e a produtividade (recursos). Assim, altos níveis de perturbação com abundantes recursos, a biodiversidade é maximizada (altas taxas de crescimento populacional), ao passo que baixos níveis de perturbação em habitats com recursos escassos, também é esperado um máximo de diversidade.

Os efeitos da conectividade dependem dos períodos de cheia e vazante, da intensidade (conexão permanente X raros períodos de cheia) e das características geomorfológicas (baixa sinuosidade e alto fluxo de água e alta sinuosidade e um fluxo de água baixo). A conectividade superficial diminui a riqueza de espécies e a ocorrência de espécies raras. Em muitas áreas alagadas, mudanças na conectividade levam a uma diminuição na riqueza de espécies (BORNETTE *et al.* 1998).

BAATTRUP-PEDERSEN & RIIS (1999), deslindando como o ambiente afeta a diversidade e a distribuição da comunidade de macrófitas aquáticas, verificaram que a área de cobertura e a heterogeneidade das macrófitas, aumentaram com um aumento da heterogeneidade do substrato.

RICHARDSON *et al.* (1995), estudando as correlações dos parâmetros ambientais com a vegetação no lago Okeechobee Florida (USA), que apresenta uma zona litoral pantanosa, mostraram que um fator determinante na estruturação das comunidades vegetais neste ecossistema está relacionado com a variação do nível da água. Segundo os

autores, as análises indicaram que a frequência de inundação é responsável por 51% das espécies vegetais estudadas, enquanto que a matéria orgânica é responsável por 18% da variação e o fósforo por 11%.

No presente estudo, foi verificado pela análise de agrupamento, que as variáveis físicas e químicas do sedimento nos pontos e períodos amostrados, foram muito similares para as lagoas do Camargo e Coqueiral e para alguns pontos da lagoa dos Cavalos. Para as variáveis da água as lagoas do Camargo, Coqueiral e dos Cavalos foram similares no período seco. No período chuvoso, as lagoas do Camargo e Coqueiral também foram similares, porém a lagoa dos Cavalos apresentou um comportamento diferente.

As lagoas do Camargo e Coqueiral e alguns pontos da lagoa dos Cavalos foram caracterizados, por um sedimento com mais fósforo, matéria orgânica, silte e argila. Na lagoa dos Cavalos e alguns pontos da lagoa do Camargo, foi verificado um sedimento com mais areia e água. Em ambos os grupos houve uma variação da quantidade de nitrogênio do sedimento.

Com relação às variáveis físicas e químicas da água as lagoas do Camargo e Coqueiral, não foram distintas entre si nos períodos seco e chuvoso. Entretanto, a lagoa dos Cavalos mostrou uma variação em relação período chuvoso.

As lagoas do Camargo e Coqueiral, são ambientes com conexão permanente com o rio Paranapanema, portanto sujeitas à influência da variação do nível da água e com permanente troca de material entre os ambientes. Entretanto, a lagoa do Camargo apresenta um baixo intercâmbio de água com o rio, mas para lagoa do Coqueiral este intercâmbio de água é mais elevado. A lagoa dos Cavalos é um ambiente isolado. Como visto anteriormente, ambientes com uma maior perturbação e maior quantidade de recursos disponíveis tendem a apresentar uma diversidade maior. Talvez esta seja uma explicação para o fato da diversidade ter sido maior no período chuvoso nas lagoas estudadas. Uma questão que pode surgir com relação à lagoa dos Cavalos, sem nenhuma conexão com o rio durante o período de estudo, diz respeito à diversidade maior no período chuvoso. É bom lembrar que neste período, a precipitação é maior, com isso o nível de água da lagoa aumenta e suas margens são invadidas. Há um maior carreamento de material alóctone para a lagoa, traduzindo-se por um maior incremento de recursos para a comunidade das plantas aquáticas.



Apesar de ter ocorrido um aumento no número de espécies entre os períodos, a diversidade não foi muito alta. *E. azurea* foi a espécie com maior abundância e que apresentou maior biomassa.

Em geral, as espécies que apresentaram maior biomassa além de *E. azurea*, estavam nos pontos B (região intermediária) e C (região litorânea).

## CONCLUSÃO

Tendo em vista os objetivos e os resultados obtidos neste trabalho, podemos concluir que a variação temporal observada para as variáveis físicas e químicas da água:

- 1- Material em suspensão foi maior no período seco em todos os pontos amostrados das lagoas estudadas;
- 2- Oxigênio dissolvido foi maior no período seco, mas apresenta diferenças significativas no período chuvoso entre as lagoas. Nas lagoas do Camargo e do Coqueiral as concentrações foram bem maiores que na lagoa dos Cavalos;
- 3- Condutividade elétrica e alcalinidade foram mais elevadas no período seco nas lagoas do Camargo e Coqueiral. Na lagoa dos Cavalos, os maiores valores para estas variáveis foram verificados no período chuvoso;
- 4- Nitrogênio e fósforo da água tiveram concentrações mais altas no período chuvoso e com diferenças significativas, entre as lagoas. Os teores nas lagoas do Camargo e Coqueiral foram similares, porém mais baixos que na lagoa dos Cavalos.

Estas variações podem ser atribuídas ao grau de conectividade, que estes ambientes tem com o rio Paranapanema. As lagoas do Camargo e Coqueiral, estão em permanente contato com o rio. Isto possibilita um maior intercâmbio de material entre os ambientes, com um predomínio de entrada de matéria e energia do rio para as lagoas. O mesmo não ocorre com a lagoa dos Cavalos, que é um ambiente isolado.

Para as variáveis físicas e químicas do sedimento:

- 5- As porcentagens de nitrogênio e fósforo nas lagoas do Camargo e Coqueiral foram maiores no período seco;
- 6- As porcentagens de conteúdo de água, foram maiores nos pontos mais distantes da margem e com maior profundidade;
- 7- Porcentagens de matéria orgânica, maiores no período seco, e com um aumento crescente da zona limnética para a margem nas lagoas do Camargo e Coqueiral. Para a lagoa dos Cavalos, este comportamento não foi verificado e seus valores foram menores.

Estas variações podem ser atribuídas á composição dos grupos ecológicos de macrófitas aquáticas encontrados em todas as lagoas, com uma maior predominância de plantas aquáticas emersas, que tem como fonte de absorção de nutrientes o sedimento. Outro fator é a variação do nível da água do rio que com o pulso de inundação, afeta a natureza do sedimento, as lagoas com conectividade com o rio Paranapanema.

Com relação à variação da biomassa e diversidade das macrófitas aquáticas:

- 8- os maiores valores de biomassa foram obtidos no período seco;
- 9- a diversidade foi maior no período chuvoso.

Estas variações estão relacionadas às variações do nível da água, ao grau de conectividade das lagoas com o rio e à granulometria e composição química do substrato. Nas lagoas do Camargo e Coqueiral, foi observada uma maior diversidade de espécies de plantas aquáticas no período chuvoso. Estas lagoas estão em contato direto com o rio: neste período, o fluxo de água é maior e isto possibilita uma maior entrada de material. Causando um incremento de nutrientes, e além disso possibilita que fragmentos ou propágulos de macrófitas aquáticas sejam translocados, aumentando assim a diversidade das espécies.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA :

- ANDERSEN, J. M. (1976) An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediment. **Water Research**, v. 10, p. 329-331.
- BAATTRUP-PEDERSEN, A & RIIS T. (1999) Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams. **Freshwater Biology**, 42 p.375-385.
- BARBIERI, R. & ESTEVES, F. A (1991) The chemical composition of some aquatic macrophyte species and implications for the metabolism of a tropical lacustrine ecosystem Lobo Reservoir, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia** 213 p.133-140.
- BARKO, J. W. & SMART, M. (1980) Mobilization of sediment phosphorus by submersed freshwater macrophytes. **Freshwater Biology**, 10, p. 229-238.
- BERNASCONI, S. M., BARBIERI, A. AND SIMONA, M. (1998) Carbon and nitrogen isotope variations organic matter in Lake Lugano. **Limnol. Oceanogr.**, 42(8), 1755-1765.
- BRETSCHKO, G. (1995) River/land ecotones: scales and patterns. **Hydrobiologia** 303, 83-91.
- BORNETTE, G., AMOROS, C. and LAMOUREUX N. (1998) Aquatic plant diversity in riverine wetlands: the role of connectivity. **Freshwater Biology**, 39, 267-283.
- CAMARGO, A. F. M. and ESTEVES, F. A. (1996) Influence of water level variation on biomass and chemical composition of the aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* (Kunth) in an oxbow lake of the rio Mogi-Guaçu (São Paulo, Brazil). **Arch. Hidrobiol** 135, 3, p. 423-432.
- CARNEY, H. J. (1997) Ecotonal biodiversity and sustainability in unique tropical landscape. In: J.B. Lachavanne & R. Juge (eds) **Biodiversity in Land- inland water ecotones**. Man and the biosphere serie. UNESCO. Paris and Patrthenon Publishing, Grap. New York/lancs. Vol.18, p. 233-248.

- CARR, G. & CHAMBERS, P. A. (1998) Macrophyte growth and sediment, phosphorus and nitrogen in a Canadian prairie river. **Freshwater Biology**, 39,525-536.
- COLONNELLO, G. (1998) Biomass production of *Eicchornia crassipes* and *Paspalum repens* in two contrasting environments of the Orinoco River delta (Venezuela). **Verh. Internat. Verein. Limnol.**,26, 1827-1829.
- DA SILVA, C. J. ; ESTEVES, F. A . (1993) Biomass of three macrophytes in the Pantanal of the Mato Grosso, Brazil. **Internat. Journal of Ecology na Environmental Sciences**, 19: 11-23.
- DÉCAMPS, H. (1993) River margins and environmental change. **Ecological Applications**,3(3), 441-445.
- DÉCAMPS, H. and NAIMAN, R. J. (1990) Towards an ecotone perspective. In: Robert J. Naiman and Henri Décamps (eds) **The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones**. Man and the biosphere series. UNESCO. The Parthenon Publishing Group p. 1-5.
- DENNY, P. (1987) Mineral cycling by wetland - a review. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**,27, 1-25.
- ERIKSSON, P. G. & WEISNER, S. E. B. (1999) An experimental study on effects of sumersed macrophytes on nitrification and denitrification in ammonium-rich aquatic systems. **Limnol. Oceanogr.**, 44(8), p.1993-1999.
- ESTEVES, F.A. (1998) **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 549p.
- FEIJOÓ, C. S., MOMO, F. R., BONETTO, C. A . & TUR, N. M. (1996) Factors influencing biomass and nutrient content of the submersed macrophyte *Egeria densa* Planch, in a pampasic stream. **Hydrobiologia**, 341, 21-26.
- GERLOFF, G. C. & KROMBHOLZ, P. H. (1966)Tissue analyses as a measure of nutrient availability for the growth of angiosperm aquatic plants. **Limnol. Oceanogr.**,11,529-537.
- GESSNER, M. O., SCHIERFERNSTEIN, B., MÜLLER, U., BARKMANN, S., LENFERS, U., A . (1996) Partial budget of primary organic carbon flows in the littoral zone of a hardwater lake. **Aquatic Botany**, 55, 93-105.



- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. (1978) **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 20 ed. Oxford: Blackell Scientific Publications, p. 213 (I.B.P. Handbook,8).
- GOMES, F. P. (1990) **Curso de Estatística Experimental**. Nobel, São Paulo, 467p.
- GOPAL, B. (1990) Biology and ecology. In: Patten, B.C. (Ed) **Wetlands and shallow continental water bodies**. Vol. 1 - Natural and human relationships. SBP publishers.
- GOSZ, J. R. (1993) Ecotone Hierarchies. **Ecological Applications**, 3(3), 369-376.
- HAIR Jr., J. F. ; ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. BLACK, W. C. (1998). **Multivariate Data Analysis**. Prentice Hall: Upper Saddle River, p. 730.
- HAKANSON, L & JANSSON, M. (1983) **Principles of Lake Sedimentology**. Berlim. Springer Verlag.
- HAKANSON, L. (1981) Determination of characteristic values for physical and chemical lake sediment parameters. **Water Resources Research**, vol 17, nº6, 1625-1640.
- HENRY, R. & GOUVEIA, L. (1993) Os fluxos de nutrientes e seston em cursos de água do Alto Paranapanema (São Paulo) - sua relação com usos do solo e morfologia das bacias de drenagem. **An. Acad. Bras. Ci.**, v.65, n.4, p. 439-451.
- HEYER, C. and KALFF, J. (1998) Organic matter mineralization rates in sediments. **Limnol. Oceanogr.**, 43(4), 695-705.
- HOLLAND, M. M. ; WHIGHMAN, D. F. AND GOPAL, B. (1990) The characteristics of wetland ecotones. In: Robert J. Naiman and Henri Décamps (eds). **The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones**. Man and biosphere series. UNESCO. The Parthenon Publishing Group p. 171-193.
- JOHNSTON, C. A. (1993) Material fluxes across wetland ecotones in northern landscape. **Ecological Applications**, 3(3), 424-440.
- JUNK, W. J. & WEBER, G. E. (1996) Amazonian floodplains: a limnological perspective. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 26, 149-157.
- KLEEBERG, A. & KOZERSKI, H-P. (1997) Phosphorus release in Lake GroBer Müggelsee and its implications for lake restoration. **Hydrobiologia**, 34/243, 9-26.
- KOLASA, J. & ZALEWSKI, M. (1995) Notes on ecotone attributes and functions. **Hydrobiologia**, 303, 1-7.

- KREBS, C. J. (1989) **Ecological methodology**. Harper & Row, Publishers, New York, p. 645.
- LACHAVANNE, J-B (1997) Why study biodiversity in land-inland water ecotones? In: J.B. Lachavanne & R. Juge (eds) **Biodiversity in Land- inland water ecotones**. Man and the biosphere serie. UNESCO. Paris and Parthenon Publishing, Grap. New York/lancs. Vol.18, p.1-45.
- LIMA, N. (1999) **Estudo da colonização pelos invertebrados durante o processo de decomposição de *Eichhornia azurea* KUNTH e *Eichhornia crassipes* SOLMS na Represa de Jurumirim (Zona de desembocadura dos Rios Paranapanema e Guareí - SP)**. Dissertação. Departamento de Zoologia UNESP.89p.
- LOPES-FERREIRA, C., CALIJURI, M.C. & ESPÍNDOLA, E. L. G. (1998) The role of a natural wetland system in improving the quality of the Atibaia reiver's water (satate of São Paulo, Brazil). In: 6<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS FOR WATER POLLUTION, Águas de São Pedro, 1998. Anais. São Paulo, p. 176-185.
- LUCIANO, S. C. & HENRY, R. (1998) Biomass of *Eichhornia azurea* KUNTH, and *Brachiaria arrecta* STENT. In lower Taquari River, Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, 26, 1857-1861.
- MANLY, B. F. J. (1994) **Multivariate Statistical Methods**. Chapman & Hall. London, p. 215.
- McMANUS, J., COLLER, R. and DYMOND, J., WHEAT, C. G., LARSON, G. L. (1996) Spatial and temporal distribution of dissolved oxygen in Creater Lake, Oregon. **Limnol.Oceanogr.**, 41(4), 722-731.
- MORAES, A . R. (1999) **Estimativa do estoque de elementos químicos em macrófitas aquáticas do reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. Dissertação. EESC-USP. São Paulo,80p.
- MOSCHINI-CARLOS, V., POMPÊO, M. L. M. & HENRY, R. (1998) Caracterização limnológica de uma baía marginal ao rio Paranapanema (zona de desembocadura na represa de Jurumirim, SP). **Acta Limnol. Brasili.**, 10(2), p. 1-19.
- MOUSTAFA, M. Z. (1999) Analysis of phosphorus retention in free-water surface treatment wetlands. **Hydrobiologia**. 392, 41-55.

- NAIMAN, R. J., DÉCAMPS, H., PASTOR, J. AND JOHNSTON, C. A . (1988) The potential importance of boundaries to fluvial ecosystems. **J. N. Am. Benthol. Soc.**, 7(4), 289-306.
- NIELSON, R. P. (1993) Transient ecotone response to climatic change: some conceptual and modelling approaches. **Ecological Applications**, 3(3), 385-395.
- NOGUEIRA, F., ESTEVES, F. A . (1990) Variação temporal da biomassa de duas espécies de macrófitas aquáticas em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (SP). **Acta. Limnol. Brasil.**, v.III, p. 617-632.
- NOGUEIRA, F., ESTEVES, F. A . & PRAST, A . E. (1996) Nitrogen and phosphorus concentration of different structures of the aquatic macrophytes *Eichhornia azurea* Kunth and *Scirpus cubensis* Poepp & Kunth in relation to water level variation in Lagoa Infernã (São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, 328 p. 199-205.
- ODUM, E.P. (1988) **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 434p.
- ODUM, W. E. (1990) Internal processes influencing the maintenance of ecotones: do they exist?. In: Robert J. Naiman and Henri Décamps (eds). **The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones**. Man and biosphere series. UNESCO. The Parthenon Publishing Group p. 91-100.
- OZIMEK, T., DONK, E. von & GULATT, R. D. (1993) Growth and nutrient uptake by two species of *Elodea* in experimental conditions and their role in nutrient accumulation in a macrophyte dominated lake. **Hydrobiologia**, 251, 13-18,.
- PETRACCO, P. (1995) **Determinação da biomassa e estoque de *Polygonum spectabile* Mart. E *Paspalum repens* Berg. na represa de Barra Bonita (SP)**. Dissertação. EESC-USP. São Paulo, 93.
- PETRUCIO, M. M. & ESTEVES, F. A. (2000) Uptake rates of nitrogen and phosphorus in the water by *Eichhornia azurea* and *Salvinia auriculata*. **Rev. Brasil. Biol.**, 60(2), p. 229-236.
- PIECZYNSKA, E. (1990) Lentic aquatic-terrestrial ecotone: their structure, functions and importance. In: Robert J. Naiman and Henri Décamps (eds). **The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones**. Man and biosphere series. UNESCO. The Parthenon Publishing Group p. 103-135.



- PIECZYNSKA, E. (1993) Detritus and nutrient dynamics in the shore zone of lakes: a review *Hydrobiologia*, 251, 49-58.
- PINAY, G., DÉCAMP, H., CHAUVET, E. & FUSTEC, E. (1990) Functions of ecotones in fluvial systems. In: Robert J. Naiman and Henri Décamps (eds). *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. Man and biosphere series. UNESCO. The Parthenon Publishing Group p. 141-164.
- POMPÊO, M.L.M. (1996) *Ecologia de Echinochloa polystachya* ( H. B. K. ) Hitchcock na Represa de Jurumirim ( Zona de desembocadura do Rio Paranapanema - SP ). São Carlos: EESC - USP, 153p. ( Tese ).
- POMPÊO, M. L. M., HENRY, R., MOSCHINI-CARLOS, V. & PADOVANI, C. R. (1997) A influência da macrófita aquática *Echinochloa polystachya* ( H. B. K. ) Hitchcock as características do rio Paranapanema na Represa de Jurumirim -SP. *Revista Brasileira de Ecologia*, 1, 44-53.
- POMPÊO, M. L. M., HENRY, R., (1997) Longitudinal variation in the concentrations of C, N and P in the stem of *Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitchcock. *Internat. Journal of Ecology Environmental Sciences*, 23: 91-97.
- POMPÊO, M. L. M. & HENRY, R. (1998) Decomposition of macrophyte *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchcock, in a Brazilian Reservoir (Paranapanema River mouth zone). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26, 1871-1875.
- PRADO, A. L., HECKEMAN, C.W. & MARTINS, F. R. (1994) The seasonal succession of biotic communities in wetland of the tropical wet-and-dry climatic zone: II. The aquatic macrophyte vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 79, p. 569-589.
- RASPOPOV, I. M., ANDRONIKOVA, I. N., DOTSENKO, O. N., KURASHOV, E. A., LETNSKAYA, G. I., PANOV, V. E., RYCHKOVA, M. A., TELES, I. V., TECHERNYKH, O. A. & VORONTSOV, F. F. (1996). Litoral zone of Lake Ladoga: ecological state evaluation *Hydrobiologia*, 322, 39-47.
- RICHARDSON, J. R., HARRIS, T. T. and WILLIGERS, K. A. (1995) Vegetation correlations with various environmental parameters in the Lake Okeechobee marsh ecosystem. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 45, 41-61

- RIESSER, P. G. (1990) The ecological importance of land-water ecotones. In: Robert J. Naiman and Henri Décamps (eds). **The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones**. Man and biosphere series. UNESCO. The Parthenon Publishing Group p. 7-23.
- ROLLAND, F. , ESTEVES, F. A ., SANTOS, J. E. (1990) Decomposição da macrófita aquática *Eichhornia azurea* (Kunth), com ênfase na colonização por bactérias epifíticas. **Acta Limnol. Brasil.**, v.III, 653-673.
- SALO, J. (1990) External processes influencing origin and maintenance of inland water-land ecotones. In: Robert J. Naiman and Henri Décamps (eds). **The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones**. Man and biosphere series. UNESCO. The Parthenon Publishing Group p. 37-59.
- SANTOS, C. M. dos (1995) **Distribuição Espacial e Temporal da Fauna Mesobêntonica da Represa de Jurumirim (Rio Paranapnema-SP)**. Dissertação.EESC-USP.São Paulo.147p.
- SCHÄFER, A. (1985) **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, p. 532.
- STRICKLAND, J.D. & PARSONS, T.R. (1960) A manual of seawater analysis. **Bull. Fish. Res. Aquat. Can.**, v. 125, p. 1-185.
- STEPHEN,D. , MOSS, B. & PHILLIPS, G. (1997) Do rooted macrophytes increase sediment phosphorus release? **Hydrobiologia**, 342/343, 234.
- SUGUIO, K. (1973) **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo ,Edgard Blücher.317p.
- THORNTON, K. W., KIMMEL, B. L., PAYNE, F. E. (1990) **Reservoir Limnology: Ecological Perspectives**.A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons, Inc. 246p.
- WARD, J. V. (1998) A running water perspective of ecotones, boundaries, and, connectivity. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, 26, 1165-1168.
- WARD, J. V., TOCKNER, K. & SCHIENER,F. (1999) Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. **Regul. Rivers: Res. Mgmt.** 15, p. 125-139.
- WETZEL, R.G (1990) Land-water interfaces: Metabolic and limnological regulators. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, 24, 6-24.

- WHITAKER, V. A ., MATVIENKO B. AND TUNDISI, J. G. (1995) Spatial heterogeneity of physical and chemical conditions in a tropical reservoir wetland. **Lakes & Reservoirs : Research and Management**, 1: 169-175.
- ZAR, J. H. (1999) **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall. Upper Saddle River, p. 941.