

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

Efeito das Variáveis Abióticas na Produção Primária de
Egeria najas e *Utricularia breviscapa* da Lagoa do Óleo
(Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio - SP)

Paula Petracco

São Carlos - SP
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

Efeito das Variáveis Abióticas na Produção Primária de
Egeria najas e *Utricularia breviscapa* da Lagoa do Óleo
(Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio - SP)

Paula Petracco

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais, campo de pesquisa: Limnologia.

São Carlos - SP
2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

P493ev

Petracco, Paula.

Efeito das variáveis abióticas na produção primária de *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa* da lagoa do Óleo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio – SP) / Paula Petracco. -- São Carlos : UFSCar, 2006.
145 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Limnologia. 2. Macrófitas aquáticas. 3. Lagoas marginais. 4. Produção primária. I. Título.

CDD: 574.52632 (20^a)

Orientador

Prof. Dr. Irineu Bianchini Júnior

DEDICO

*aos meus pais, Chico e Elena,
pelo amor, incentivo incondicional e
respeito às minhas escolhas...*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Irineu pela orientação e oportunidade.

Ao CT-HIDRO pela bolsa de estudo.

À Secretaria do PPG-ERN e Departamento de Hidrobiologia pelas facilidades concedidas.

Ao Prof. Dr. Armando A.H. Vieira (DB) pelo imprescindível empréstimo do radiômetro.

À Profa. Dra. Odete Rocha e à Dra. Alaíde pelo empréstimo da sonda (Horiba).

Ao Prof. Dr. Antônio Camargo pelas sugestões.

Ao Prof. Dr. Raoul Henry pelo apoio e idéias na fase final.

Ao Prof. Dr. Marcelo Pompêo pelas sugestões e apoio.

Ao Prof. Dr. Sergio Tadeu Meireles pelas sugestões.

À Secretaria de Agricultura e Abastecimento (CATI-SP) de Luiz Antônio (SP) pela concessão dos dados das variáveis climatológicas.

Ao Sr. Alfredo Segato Rizzatti, responsável pela BPG/PGIG do DAEE, pela atenção e concessão dos dados de cotas, vazão e curvas-chave do rio Mogi-Guaçu.

Ao Sr. Horácio Gomes pelo imprescindível auxílio nos trabalhos de campo.

Aos Técnicos: Benedito A. Bassetti (DHB) e Airton S. Soares (DEBE) pelo auxílio nos trabalhos de campo, e Jurity, Claudinei, José Valdecir de Lucca pelo auxílio no laboratório.

Aos do CRHEA: América Jacinto, Valdomiro Antonio Filho, José Roberto Maramarque, pelo auxílio de laboratório e de campo, Mara da Biblioteca, Mariana pela análise de íons, Carlos Ruchiga pelo auxílio do mapa batimétrico.

Aos meus irmãos, Marcelo e Fabio, pelo carinho; especialmente ao Marcelo, pela paciente contribuição na fase final.

À Daniela Tannus Ramos pelo abstract.

À Maura M. Pezzato pela amizade, ajuda e companheirismo em todos os momentos deste percurso.

Aos amigos do laboratório pelo incentivo Rogério, Rafa, Chicone e Marcela.

À Roseli Benassi pela amizade, incentivo e ajuda valiosa, principalmente na utilização do PULSO.

Ao Ricardo Minoti pela amizade e auxílio em vários momentos.

À Fernanda Marciano pela análise estatística.

À Fernanda Néri pelos dados de temperatura do ano de 2003 e à Angela Terumi Fushita pela imagem da lagoa do Óleo.

Aos amigos que são o alimento da alma... Ana Adelina Afonso, pela amizade e sugestões; Dan Dan amiga e cunhada, meu sobrinho Felipe, Mariana Carvalhaes, Silvia Burd, Marcia Pontes, Sílvia Machado pela amizade e incentivo desde o tempo da graduação em Botucatu, Mauro (pelo *cibo*) e Bel pelo acolhimento nos meses de finalização, Dedé, Maumau e Carol e todos os que não estão citados neste papel mas estão em meu coração.

Ao meu afilhado Theo pelo nosso amor.

À Rio pela imprescindível ajuda na finalização desta Tese, por me ensinar o lado humano da Biologia e pelo prazeroso companheirismo.

*Se às vezes digo que as flores sorriem
E se eu disser que os rios cantam,
Não é porque eu julgue que há sorrisos nas flores
E cantos no correr dos rios...
É porque assim faço mais sentir aos homens falsos
A existência verdadeiramente real das flores e dos rios.*

*Porque escrevo para eles me lerem sacrifico-me às vezes
À sua estupidez de sentidos...
Não concordo comigo, mas absolvo-me,
Porque só sou essa cousa séria, um intérprete da Natureza,
Porque há homens que não percebem a sua linguagem,
Por ela não ser linguagem nenhuma.*

Fernando Pessoa - Alberto Caeiro

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido na lagoa do Óleo, uma lagoa marginal do rio Mogi Guaçu, localizada na Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio-SP-Brasil). Para avaliar os efeitos da flutuação do nível do rio sobre o metabolismo dessa lagoa foram efetuados entre janeiro/2003 a março/2005: i) inventários limnológicos (pH, oxigênio dissolvido, amônio, nitrogênio total, fósforo total, ferro, magnésio, sódio, potássio, carbono orgânico, carbono inorgânico, material em suspensão, temperatura, condutividade elétrica e radiação fotossinteticamente ativa); ii) a batimetria da lagoa; iii) incubações *in situ* para a avaliação das taxas de produção primária de duas espécies de macrófitas aquáticas submersas (*Egeria najas* Planchon e *Utricularia breviscapa* Wright ex Griseb.); iv) simulações dos níveis de vazões de transbordamento do rio. No período chuvoso, em decorrência do transbordamento das águas do rio Mogi-Guaçu para a lagoa, verificaram-se intensas modificações das variáveis abióticas. No período seco, quando foram menores os valores de temperatura, condutividade elétrica, material em suspensão total, coeficiente de extinção vertical da luz, concentrações de carbono total, NTK e Ptotal foi observado que os estandes de *E. najas* localizavam-se no fundo da lagoa e as taxas fotossintéticas foram significativamente maiores que no período chuvoso, sendo a luz a principal variável controladora desse processo. Para *U. breviscapa*, as taxas fotossintéticas foram mais elevadas no período chuvoso, apresentando possível relação com os valores de temperatura e concentrações de carbono inorgânico, que foram mais elevados neste período. Pelos resultados verificou-se que a lagoa do Óleo apresentou três fases limnológicas distintas: seca, chuvosa sem pulso de inundação e chuvosa com pulso de inundação. Por ser uma lagoa marginal situada em uma unidade de conservação, as alterações das características limnológicas e bioquímicas decorreram do pulso de inundação, influenciando direta e indiretamente a produção primária de *E. najas* e *U. breviscapa*.

ABSTRACT

This study was developed at Oleo lagoon, an oxbow sited on Mogi Guaçu river floodplain, located in Estação Ecológica de Jataí (Luís Antônio - SP - Brazil). To evaluate the river level fluctuation on the metabolism of this lagoon the following activities were done: i) limnological inventories (pH, dissolved oxygen, ammonium, total nitrogen, total phosphorus, iron, magnesium, sodium, potassium, organic carbon, inorganic carbon, suspended matter, temperature, electrical conductivity and photosynthetic active radiation); ii) the lagoon bathymetry; iii) *in situ* incubations to evaluate the primary production rates of two species of submerged aquatic macrophytes (*Egeria najas* Planchon and *Utricularia breviscapa* Wright ex Griseb); iv) simulation of levels of river overflow. In the rainy season, due to overflow of the waters of Mogi Guaçu river into the lagoon, intense modifications of abiotic variables were verified. In the dry period, when the lower values of temperature, electrical conductivity, total suspended matter, vertical light extinction coefficient, total carbon concentrations, NTK and P_{total} occurred, the *E. najas* stands were located in the bottom of the lagoon and the photosynthetic rates were significantly higher than in the rainy period, and the light was the main variable controlling this process. For *U. breviscapa*, the photosynthetic rates were higher in the rainy season, presenting possible relation to the values of temperature and inorganic carbon concentrations, which were higher in this period. From the results, it was observed that Oleo Lagoon showed three different limnological phases: dry, rainy without overflow and rainy with overflow. Considering it is a oxbow lake situated in a conservation unit, the change in limnological and biochemical characteristics were due to the overflow pulse, influencing directly or indirectly the primary production of *E. najas* and *U. breviscapa*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Carta de planialtimetria hidrográfica e sistemas ambientais da EE Jataí (modificada de Santos e Mozeto, 1992).	19
Figura 2 - Relação entre a transparência da água (profundidade do disco de Secchi) e o coeficiente de atenuação vertical (Kd), no período de janeiro/2003 a março/2005.	25
Figura 3 - Batimetria da lagoa do Óleo.	34
Figura 4 - Curva hipsográfica (a) (nível altimétrico (m) x área) e relação nível altimétrico (m) x volume (b), obtidos a partir do mapa batimétrico da lagoa do Óleo.	35
Figura 5 - Precipitação mensal acumulada (mm) de janeiro/2003 a março/2005.	36
Figura 6 - Temperatura do ar (máxima e mínima) de janeiro/2003 a março/2005	37
Figura 7- a) Precipitações pluviométricas diárias (mm); b) Vazões médias diárias do rio Mogi-Guaçu ($m^3.s^{-1}$) com setas indicando os dias de coleta de janeiro/2003 a março/2005.	38
Figura 8 - Vazões médias mensais do rio Mogi-Guaçu ($m^3.s^{-1}$) e profundidade (m) da lagoa do Óleo (mm) de janeiro/2003 a março/2005.	38
Figura 9 - Correlações entre os dados de profundidade da lagoa do Óleo e precipitação mensal acumulada (a) e vazões médias mensais do rio Mogi-Guaçu (b).	39
Figura 10 - Vazões médias diárias do rio Mogi-Guaçu ($m^3.s^{-1}$) de janeiro/2003 a março/2005 e simulação de níveis de transbordamento em diferentes vazões: a) Krusche (1989), b) Simões-Filho <i>et al.</i> (2000), c) presente estudo, utilizando-se o programa PULSO.	42
Figura 11 - Ordenação pela análise de componentes principais (ACP) das variáveis abióticas da lagoa do Óleo para o período de janeiro/2003 a março/2005.	45
Figura 12 - Profundidade da lagoa - Z_{max} , profundidade da zona eufótica - Z_{eu} (m) e profundidade de desaparecimento do Disco de Secchi - Z_{ds} (m) e, de janeiro/2003 a março/2005.	46
Figura 13 - Perfis verticais de RFA nos períodos de chuva e seca, de janeiro/2003 a dezembro/2005 na lagoa do Óleo.	47
Figura 14 - Médias ($n=3$) dos coeficientes de extinção vertical da RFA (Kd) obtido a partir dos perfis da RFA e os calculados pela ZDS.	48
Figura 15 - Valores de temperatura do ar (máxima e mínima) e da água da lagoa do Óleo (médias e desvios-padrão, $n=3$) na superfície -ES e no fundo - EF, de janeiro/2003 a março/2005.	49

Figura 16 - Perfis verticais da temperatura da água no período chuvoso e seco de janeiro/2003 a março/2005 na lagoa do Óleo.	50
Figura 17 - Valores médios (n=3) e desvios-padrão do pH da água da Lagoa do Óleo na sub- superfície -ES (Δ) e no fundo -EF (\square) da lagoa do Óleo, de janeiro/2003 a março/2005.	51
Figura 18 - Valores médios (n=3) e desvios-padrão da condutividade elétrica da água da Lagoa do Óleo na superfície-ES (Δ) e no fundo-EF (\square) da lagoa do Óleo, de janeiro/2003 a março/2005.	52
Figura 19 - Perfis de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de janeiro/2003 a março/2005 na lagoa do Óleo.	54
Figura 20 - Vazões médias diárias do rio Mogi-Guaçu ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) de janeiro/2003 a março/2005 e simulação do nível de infiltração subterrânea na lagoa do Óleo.	55
Figura 21 - Valores médios (n=2) de OD da água da lagoa do Óleo na superfície-ES (Δ) e no fundo-EF (\square), de janeiro/2003 a março/2005.	56
Figura 22 - Concentrações médias (n=2) de material em suspensão total (MST), fracionado em material em suspensão inorgânico (MSI) e material em suspensão orgânico (MSO) na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	57
Figura 23 - Concentrações médias (n=3) de carbono total, fracionado em carbono total dissolvido (CTD) e carbono total particulado (CTP), na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	58
Figura 24 - Concentrações médias (n=3) de carbono total dissolvido, fracionado em carbono inorgânico dissolvido (CID) e carbono orgânico dissolvido (COD), na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	58
Figura 25 - Concentrações médias (n=3) de carbono inorgânico dissolvido, fracionado em CO_2 livre e HCO_3^- na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	59
Figura 26 - Concentrações médias de fósforo total (P-PTotal) na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	60
Figura 27 - Concentrações médias de amônio (N-NH_4^+) na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	60
Figura 28 - Concentrações médias de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo janeiro/2003 a março/2005.	61
Figura 29 - Concentrações médias de ferro na água da superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	62
Figura 30 - Concentrações médias de magnésio, sódio e potássio na água da superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	63

Figura 31 - Valores médios (n=3) da PPL, RE e PPB de <i>E. najas</i> incubada na superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	65
Figura 32 - Valores médios (n=3) e desvios-padrão da PPL de <i>E. najas</i> incubada na superfície (ES) da lagoa do Óleo e simulações das variações sazonais (linha contínua).	67
Figura 33 - Valores médios (n=3) e desvios-padrão da PPL de <i>E. najas</i> incubada no fundo (EF) da lagoa do Óleo e simulações das variações sazonais (linha contínua).	68
Figura 34 - Valores médios (n=3) da PPL de <i>U. breviscapa</i> incubada na superfície da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.	69
Figura 35 - Valores médios (n=3) e desvios-padrão da PPL de <i>U. breviscapa</i> incubada na superfície (ES) da lagoa do Óleo e simulações das variações sazonais (linha contínua).	70
Figura 36 - Concentrações de OD e CID na superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo no período de janeiro/2003 a março/2005.	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros morfométricos da lagoa do Óleo, EE Jataí (Luiz Antônio, SP).	22
Tabela 2 - Valores dos parâmetros morfométricos da lagoa do Óleo obtido a partir da batimetria realizada em 18/dez/2003 e de outras lagoas da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu.	35
Tabela 3 - Resultados dos atributos gerados pelo programa PULSO, para diferentes níveis de transbordamento do rio Mogi-Guaçu para o período de janeiro/ 2003 a março/2005.	41
Tabela 4 - Correlação das variáveis abióticas analisadas com os Fatores 1 e 2 da ACP durante o período de estudo	45
Tabela 5 - Perfis de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de janeiro/2003 a março/2005 na lagoa do Óleo.	53
Tabela 6 - Modelos de produção primária líquida (PPL) de <i>E. najas</i> incubada na superfície (ES) em função das variáveis abióticas selecionadas	66
Tabela 7 - Modelos de produção primária líquida (PPL) de <i>E. najas</i> incubada no fundo (EF) em função das variáveis abióticas selecionadas.	67
Tabela 8 - Modelos de produção primária líquida (PPL) de <i>U. breviscapa</i> incubada na superfície (US) em função das variáveis abióticas selecionadas.	70
Tabela 9 - Classificação do Estado Trófico, segundo o Índice de Carlson Modificado	91

ABREVIATURAS

A - Área Total
ACP - Análise de componentes principais
b - Largura máxima
CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CID - Carbono inorgânico dissolvido
COD - Carbono orgânico dissolvido
CTD - Carbono total dissolvido
CTP - Carbono total particulado
D_L - Desenvolvimento de margem
D_v - Desenvolvimento de volume
DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DP - Desvio padrão
EE - Estação Ecológica
ES - *Egeria* superfície
EF - *Egeria* fundo
I₀ - Radiação superficial
K_d - Coeficiente de extinção vertical da RFA
l - Comprimento máximo
MST - Material em suspensão total
MSI - Material em suspensão inorgânico
MSO - Material em suspensão orgânico
NTK - Nitrogênio total Kjeldhal
OD - Oxigênio dissolvido
P - Perímetro
PP - Produção Primária
PPB - Produção primária bruta
PPL - Produção primária líquida
P_{total} - Fósforo total
RE - Respiração
RFA - Radiação Fotossinteticamente Ativa
RPMS - Regressão parcial múltipla *stepwise*
V - Volume
Z - profundidade da lagoa
Z̄ - Profundidade média
Z_{incub} - Profundidade de incubação
Z_m - Profundidade máxima da lagoa
Z_{max} - Profundidade máxima do local de incubação
Z_r - Profundidade relativa
Z_{DS} - Transparência da água
Z_{eu} - Zona eufótica

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Hipótese	13
3. Objetivos	15
4. Material e métodos	17
Considerações gerais	17
4.1 Caracterização da Área de Estudo	18
4.1.1 Batimetria	21
4.1.2 Variáveis Climatológicas	22
4.1.3 Vazão do rio Mogi-Guaçu	22
4.1.4 Profundidade da lagoa	23
4.1.5 Pulso	23
4.1.6 Variáveis Físicas e Químicas da água	24
4.2 As macrófitas aquáticas	28
4.2.1 Produção primária de <i>E. najas</i>	29
4.2.2 Produção primária de <i>U. breviscapa</i>	30
4.3 Análises Estatísticas	31
4.3.1 Análises exploratórias	31
4.3.2 Regressão parcial múltipla	31
5. Resultados	33
5.1 Caracterização da Área de Estudo	33
5.1.1 Batimetria	33
5.1.2 Variáveis Climatológicas	36
5.1.3 Vazão do rio Mogi-Guaçu	37
5.1.4 Profundidade da lagoa (Z)	39
5.1.5 Pulso	40
5.1.6 Variáveis Físicas e Químicas da água	44
5.2 As macrófitas aquáticas	64
5.2.1 Produção Primária de <i>E. najas</i>	64
5.2.2 Produção Primária de <i>U. breviscapa</i>	68

6. Discussão	71
6.1 A Problemática da Vazão de transbordamento	77
6.2. Variáveis físicas e químicas da lagoa do Óleo	80
6.3 Produção Primária das Macrófitas Aquáticas	91
6.3.1 Produção primária de <i>E. najas</i> na a lagoa do Óleo	92
6.3.2 Produção primária de <i>U. breviscapa</i>	99
7. Conclusões	105
8. Referências Bibliográficas	108
9. Anexos	118

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as expressões *wetland*, *humedales*, zonas úmidas ou áreas alagadas abarcam as diferentes terminologias utilizadas para definir ambientes intermediários entre ecossistemas aquáticos e terrestres, que apresentam flutuação do nível da água e características próprias de solo, vegetação e fauna (Mitsch e Gosselink, 1993; Junk, 1980; 2000). Talvez estas generalizações decorram da dificuldade tanto da definição precisa dessas áreas quanto da demarcação física dos seus limites, pela grande variedade de regimes hidráulicos nos quais estes ambientes são encontrados. Na literatura encontram-se várias descrições dessas áreas úmidas, que englobam vários ambientes e terminologias, por exemplo: pântanos, brejos, lagos rasos, mangues, planícies de inundação, entre outros (Mitsch e Gosselink, *op. cit.*). Em 1971, foi concluída a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como habitat de aves aquáticas, mais conhecida como Convenção Ramsar, cidade iraniana onde ocorreu o evento. Nessa Convenção, as Partes Contratantes:

Reconhecendo a interdependência do homem e do seu ambiente;
Considerando as funções ecológicas fundamentais das zonas úmidas, enquanto habitats de uma flora e fauna características, especialmente de aves aquáticas; **Conscientes** de que as zonas úmidas constituem um recurso de grande valor econômico, cultural, científico e recreativo, cuja perda seria irreparável; **Desejando** por termo, atual e futuramente, à progressiva invasão e perda de zonas úmidas; **Reconhecendo** que as

aves aquáticas nas suas migrações periódicas podem atravessar fronteiras e, portanto, devem ser consideradas como um recurso internacional; **Estando confiante** de que a conservação de zonas úmidas, da sua flora e da sua fauna pode ser assegurada com políticas nacionais conjuntas de longo alcance, através de uma ação internacional coordenada; **Concordaram** que em seu artigo 1, 1º §, classifica de zonas úmidas, as áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa (São Paulo, 1997).

O termo *wetlands* tem sido também utilizado na referência a lagos rasos e áreas pantanosas adjacentes e que tais ambientes são notoriamente ricos em vida selvagem (Scheffer, 2001). Essas regiões consideradas como ecótonos representam o limite aquático de muitas plantas (emersas) e animais terrestres e também o limite terrestre de muitos animais e plantas aquáticas (submersas).

Atualmente, os estudos sobre a estrutura e funcionamento das *wetlands* têm sido tratados como um campo distinto da ecologia terrestre e da aquática, pois segundo Mitsch e Gosselink, (1993): i) *wetlands* têm propriedades únicas que não são abordadas adequadamente pelos paradigmas ecológicos atuais; ii) estudos em *wetlands* têm identificado as propriedades comuns de áreas aparentemente diferentes; iii) pesquisas em *wetlands* requerem uma abordagem multidisciplinar ou treinamento em um número de esferas de ação, não rotineiramente estudado como uma unidade. A Convenção de Ramsar, em seu artigo 4 prevê que as Partes Contratantes promoverão a formação de pessoal competente para estudo, gestão e proteção das zonas úmidas (São Paulo, 1997).

Esses ecossistemas têm sido enigmas para os cientistas, pois são difíceis de serem definidos com precisão, não somente devido à sua grande extensão geográfica, mas também devido à grande variabilidade de condições hidrológicas que apresentam (Mitsch e Gosselink, 1993). A principal característica que distingue estes ecossistemas de outros é a presença de vegetação adaptada a condições de alagamento (temporário ou permanente), ou seja, as macrófitas aquáticas (Worthington, 1976; Howard-Williams, 1983; Mitsch e Gosselink, 1993).

As condições hidrológicas são extremamente importantes para a manutenção da estrutura e função desses ambientes alagados, deste modo, pequenas variações podem afetar os fatores abióticos, os quais, por sua vez, determinam e afetam a flora e fauna (Gosselink e Turner, 1978; Mitsch e Gosselink, 1993). O hidroperíodo ou assinatura hidrológica de uma área alagável é o resultado do balanço entre as entradas e saídas de água do sistema. Em termos gerais, as entradas incluem: i) a precipitação; ii) o transbordamento de rios e iii) os fluxos de águas superficiais e subterrâneas. As saídas abrangem: i) a evapotranspiração e ii) os fluxos superficiais e subterrâneos de água (Mitsch e Gosselink, 1993).

A extensão do regime hidrológico distingue *wetlands* de sistemas aquáticos e terrestres, sendo este o aspecto determinante destes ecossistemas (Gosselink e Turner, 1978). Os efeitos da hidrologia na estrutura e funcionamento de *wetlands* podem ser descritos como uma complexa série de relações de causa e efeito. Os efeitos se dão primeiramente nos aspectos

químicos e físicos, os quais afetam os componentes bióticos do ecossistema, que por sua vez têm efeito de *feedback* na hidrologia (Mitsch e Gosselink, 1993).

A origem, velocidade, taxa de renovação e tempo de retenção da água nas *wetlands* controlam diretamente a heterogeneidade espacial, as concentrações de gases dissolvidos (por ex. O₂ e CO₂) e elementos químicos. Esses fatores secundários controlam ou modificam algumas características do ecossistema como a diversidade e composição de espécies, a produção primária, a acumulação e exportação de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes (Gosselink e Turner, 1978; Mitsch e Gosselink, 1993).

As *wetlands* podem ser divididas em dois grupos de acordo com seus ciclos hidrológicos: *wetlands* com o nível de água predominantemente estável e aquelas com acentuada flutuação do nível da água. As planícies inundáveis pertencem ao segundo grupo, pois elas oscilam entre pronunciadas fases aquáticas e terrestres (Junk, 2000).

Alguns autores têm ressaltado que ecossistemas de *wetlands* que recebem subsídios de água e nutrientes de fontes externas estão entre os mais produtivos (Westlake, 1965; Wetzel, 1990; Mitsch e Gosselink, 1993). Junk *et al.* (1989), consideram o evento de enchente como a principal força que controla a biota nos sistemas de planícies inundáveis. Em geral, a disponibilidade de uma área alagável para o fluxo hidrológico provavelmente seja um dos mais importantes determinantes do potencial de produtividade primária (Mitsch e Gosselink, 1993). Parte das faixas tropical e subtropical da América do Sul é ocupada por

amplios sistemas hidrográficos, o que geralmente ocasiona a formação de extensas áreas de inundação (Junk e Da Silva, 1995). Para essas áreas, as diferenças da magnitude, frequência e duração dos pulsos hidrológicos, determinadas pela elevação do nível de água do rio e seu transbordamento lateral, determinam as condições da planície de inundação (Henry, 2003).

As planícies de inundação ocorrem em trechos de rios com baixas declividades e topografias planas das áreas terrestres adjacentes, sendo que a geomorfologia e o regime de flutuação de nível d'água determinam seu caráter permanente ou temporário (Henry, 2003). De acordo com Ward e Stanford (1995), na planície de inundação podem ser identificados vários tipos de corpos d'água, entre eles o paleopotamon que inclui os meandros dos canais formadores dos rios que foram interrompidos e abandonados pela corrente conforme o rio mudou seu curso. Os paleopotamon situam-se nos locais mais distantes dos rios, podendo ser denominados de lagoas marginais, lagoas fluviais ou também de *oxbow lakes*. As lagoas marginais de planícies de inundação de rios meândricos ocorrem da combinação de processos de erosão e deposição. Com o decorrer do tempo, a erosão permanente aumenta a concavidade até que o meandro do rio, em forma de "U", se isola (Wetzel, 1993). Segundo Forbes (1925), essas lagoas, também conhecidas como *horseshoes lakes*, são importantes berçários de espécies de peixes e reservatório de várias formas de vida, especialmente se protegidas das perturbações antrópicas.

Estudos em áreas úmidas são relativamente recentes em comparação aos estudos clássicos de limnologia, que enfatizaram durante décadas os processos e comunidades da região limnética de lagos profundos. Segundo Scheffer (2001), em várias regiões de áreas alagadas os lagos rasos são mais abundantes que os lagos profundos, sendo que nestes o impacto das comunidades de macrófitas é relativamente pequeno pois o crescimento geralmente se restringe à zona litorânea, ao passo que os lagos rasos podem ser amplamente colonizados por esses organismos.

O pulso de inundação, sua frequência, duração e intensidade parecem ser os principais fatores na manutenção do equilíbrio dinâmico em sistemas de planície de inundação, cuja oscilação influencia os lagos formados ao longo de seu percurso (Junk *et al.*, 1989). Em geral, no período de seca as lagoas marginais não possuem ligação com o rio adjacente (limnofase); mas, durante o período de chuvas podem se comunicar com o mesmo, ocorrendo, portanto, o pulso de inundação (potamofase) (Neiff, 1999). Este pulso pode provocar profundas alterações nas características limnológicas e bioquímicas da lagoa e também na composição da biota. A troca de organismos, como plantas e animais, entre o canal principal do rio e a planície de inundação é de fundamental importância, sendo a mais comum a migração de peixes (Junk e Welcomme, 1990).

Os pulsos de inundação provocam alterações na quantidade e qualidade das águas das planícies de inundação e das lagoas marginais. Estas alterações

influenciam direta e indiretamente a comunidade de macrófitas submersas, pois alteram a profundidade e hidrodinâmica das lagoas e modificam a qualidade da água, alterando características físicas e químicas (Krusche, 1989; Da Silva, 1990; Wetzel e Hough, 1973; Thomaz e Bini, 1999; Gosselink e Turner, 1978; Simões-Filho *et al.* 2000). Algumas lagoas de planícies de inundação ficam isoladas do canal principal do rio por muitos meses ou até anos, seu regime hidrológico é, portanto independente do canal principal exceto durante períodos de águas altas (Junk *et al.*, 1989). Um previsível pulso de inundação anual unimodal, de longa duração e alta amplitude é característico da planície de inundação da maioria dos grandes rios, porém em planícies de inundação de rios de menor ordem podem ocorrer imprevisíveis pulsos de baixa amplitude e curta duração (Junk *et al.*, 1989).

O rio Mogi-Guaçu possui uma vasta planície de inundação, onde estão localizadas diversas lagoas marginais, muitas das quais, durante o período de seca, não possuem conexão com o rio, mas em períodos de cheias pronunciadas podem se comunicar com o mesmo. A planície de inundação do rio Mogi-Guaçu tem sido investigada por vários cientistas, visando compreender a dinâmica dos pulsos de inundação nas lagoas marginais (Krusche, 1989, Nogueira, 1989, Camargo, 1991, Ballester, 1994, Santos e Pires, 2000). Simões - Filho *et al.* (2000) verificaram que a duração do pulso de inundação parece ser significativamente mais importante que a sua intensidade, em relação à quantidade de material particulado retido na lagoa do Infernã a partir do transbordamento do rio Mogi-Guaçu.

As lagoas marginais são ambientes propícios para o estabelecimento de comunidades de macrófitas aquáticas e sua presença altera radicalmente o funcionamento desses ambientes (Scheffer, 1992). As macrófitas aquáticas provêm refúgio para pequenos animais contra predadores, mudam a dinâmica de nutrientes do sistema e impedem a ressuspensão de sedimentos. A flutuação do nível da água determina a variação estrutural (tanto no espaço como no tempo) de macrófitas aquáticas na zona litorânea de muitos corpos de água (Pieczyńska, 1990). A estrutura da zona litoral depende das características geológicas, morfológicas, hidrológicas e da hidrodinâmica do lago (Raspopov *et al.*, 1996). O aparecimento espacial e temporal de macrófitas aquáticas na zona litoral depende da interação de características ambientais, como o regime de luz, a ação do vento, nutrientes da água e do sedimento (Spence, 1982), abrindo uma janela de oportunidades para o estabelecimento destas plantas (Gafny e Gasith, 1999).

Conforme exposto, o hidroperíodo constitui uma variável chave na determinação das características ambientais do canal principal e das lagoas marginais, bem como das interações entre ambos (Ballester, 1994). As alterações hidrológicas influenciam direta e indiretamente a comunidade de macrófitas submersas, pois alteram a profundidade e hidrodinâmica das lagoas e modificam suas características físicas e químicas (Gosselink e Turner, 1978; Da Silva, 1990; Thomaz e Bini, 1999; Simões-Filho *et al.*, 2000).

É consenso que a produção primária seja a variável-chave da dinâmica de energia de todos os ecossistemas, pois ela transforma a energia solar em

energia química, a qual é então utilizada e transformada por outros organismos (Vyas *et al.*, 1990). A produtividade primária de macrófitas submersas em lagos de planície de inundação pode ser influenciada diretamente pela hidrologia, através da flutuação do nível da água, (Gosselink e Turner, 1978) e por fatores secundários como a turbidez, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, nutrientes, radiação solar (Wetzel e Hough, 1973; Khedr e El-Demerdash, 1997; Carr *et al.* 1997, Madsen *et al.* 1998; Thomaz e Bini, 1999; Jones *et al.*, 2000; Rooney e Kalff, 2000; Camargo *et al.*, 2003).

A importância do estudo da produção primária de macrófitas submersas em lagoas marginais advém do fato desta comunidade ser dependente da penetração de luz subaquática, que atua como fator primário controlador da fotossíntese nestes sistemas (Carr *et al.*, 1997). A quantidade de luz que alcança as macrófitas submersas é uma função da radiação incidente, da quantidade de reflectância pela superfície da água e da taxa de atenuação vertical de luz que, por sua vez, é influenciada pela quantidade e qualidade do material em suspensão e pela absorção da luz por outros organismos fotossintetizantes (Kirk, 1994).

A radiação subaquática pode refletir o nível trófico do ambiente, sendo que em ambientes eutrofizados, com reduzida transparência da água, as macrófitas submersas são limitadas pela radiação ao passo que as emersas e flutuantes são privilegiadas pela disponibilidade de nutrientes. Dessa forma, as macrófitas aquáticas submersas têm sido associadas a ambientes oligotróficos, sendo que Madsen e Adams (1988) sugerem que os fatores limitantes ao

crescimento de macrófitas submersas são a luz e a disponibilidade de carbono, excluindo a influência de nitrogênio e fósforo.

Na Estação Ecológica de Jataí existem várias lagoas marginais em diferentes estágios de sucessão, com predominância de diferentes tipos de macrófitas. Em várias lagoas marginais desta planície de inundação as macrófitas submersas não são encontradas. Na lagoa do Infernã há predominância de *Scirpus cubensis*, que é uma macrófita emersa; a lagoa do Diogo está dominada por macrófitas flutuantes (principalmente *Salvinia auriculata*) e *Eichhornia azurea*.

Uma vez que as lagoas marginais funcionam como ambientes de sedimentação, o processo de sucessão ocorre naturalmente, como consequência do assoreamento que, através da constante deposição de sedimentos alóctones advindos dos pulsos de inundação somados aos detritos autóctones originados principalmente pelas macrófitas (Wetzel, 1990), provocam a redução da profundidade e aumento da turbidez. Esses fatores modificam a composição das espécies de macrófitas, sendo que a tendência das lagoas em adiantado estágio sucessional é apresentar principalmente macrófitas emersas. Essas lagoas acabam desaparecendo da paisagem, sendo confundidas com ambientes terrestres.

No caso das lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu o processo de sucessão está ocorrendo rapidamente, pois o elevado grau de alteração do rio contribui para a entrada de grandes quantidades de material particulado durante os

pulsos de inundação. Em decorrência do uso e ocupação do solo na bacia de drenagem, especialmente por atividades agropecuárias e de mineração, muitas lagoas marginais da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu têm desaparecido. Sendo assim, a investigação sobre a produção primária de macrófitas submersas em uma lagoa marginal inserida no contexto de preservação de uma Estação Ecológica é de suma importância pois, visto que estas plantas detêm a capacidade de acumular e ciclar nutrientes, seu estudo permite avaliar a influência do pulso de inundação e a relação entre as lagoas marginais e a planície de inundação.

A Estação Ecológica de Jataí (EE Jataí) tem sido objeto de estudo de diversas pesquisas, algumas delas compiladas na publicação de Santos e Pires (2000). Segundo estes autores:

“uma das premissas básicas do Projeto Jataí é o do conceito do pulso de inundação, estabelecendo que a periodicidade do ciclo hidrológico na planície de inundação do rio Mogi-Guaçu interfere nos processos ecológicos das lagoas marginais, em decorrência da influência das áreas alagadas da planície de inundação”, e ainda, “até que toda a ação relacionada à periodicidade do ciclo hidrológico não seja conhecida, as respostas estruturais e funcionais têm sido interpretadas como indicações significativas de estratégias ou mudanças das comunidades” (Santos e Pires, 2000).

Outros estudos buscaram verificar a influência da flutuação do nível da água sobre diversas variáveis na EE Jataí, conforme anteriormente citado (Krusche, 1989; Ballester, 1994; Simões-Filho *et al.* 2000). Cabe ressaltar também o trabalho de Suzuki e Esteves (2000) que verificaram a influência do nível da

água na dinâmica da matéria orgânica, macronutrientes e feopigmentos dos sedimentos da lagoa do Infernã; e também a pesquisa de Alves e Strixino (2000) que estudaram a relação entre a variação do nível d'água e a comunidade macrobentônica da lagoa do Diogo.

A comunidade de macrófitas aquáticas também foi muito abordada nos estudos do Projeto Jataí, podendo-se citar, dentre outros: a dissertação de Nogueira (1989), que verificou a importância de *E. azurea* e *S. cubensis* na ciclagem de nutrientes e nas principais características limnológicas da lagoa do Infernã; o trabalho de Coutinho (1989), que estudou a ecologia populacional de *E. azurea* e sua participação na dinâmica da vegetação aquática da mesma lagoa; Moschini-Carlos (1991) determinou aspectos ecológicos da associação vegetal de *S. cubensis* na lagoa do Infernã e o trabalho de Bianchini (2000) que investigou a decomposição de macrófitas desta lagoa.

Com base nessas argumentações, no presente trabalho se propôs o estudo da produção primária de duas espécies de macrófitas submersas, *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa*, presentes na lagoa do Óleo, uma lagoa marginal da EE Jataí, bem como as relações desse processo com fatores abióticos. Nesse contexto, a lagoa do Óleo tem sido estudada sob o enfoque dos processos de decomposição das macrófitas aquáticas (Bitar, 2003; Cunha-Santino, 2003; Romeiro, 2005). No entanto, trabalhos que abordassem a produção primária de macrófitas ainda não foram desenvolvidos, daí a relevância do presente estudo.

2. HIPÓTESE

Este estudo pressupõe que a flutuação do nível de água na lagoa do Óleo, em função do pulso de inundação do rio Mogi-Guaçu, exerça influências diretas e indiretas sobre as características físicas e químicas das águas desse ambiente e, conseqüentemente, sobre as taxas de produção primária de *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa*.

3. OBJETIVOS

- Descrever a morfologia da lagoa do Óleo e inseri-la, do ponto de vista hidráulico, na dinâmica de enchente da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu.
- Descrever o efeito da flutuação do nível da água na lagoa do Óleo e sua influência na produção primária de duas espécies de macrófitas submersas, em dois ciclos hidrológicos anuais.
- Verificar a influência da flutuação do nível da água em variáveis abióticas do sistema (pH, oxigênio dissolvido, nutrientes (amônio, nitrogênio total e fósforo total), íons (ferro, magnésio, sódio e potássio), carbono total, material em suspensão, temperatura, condutividade elétrica e radiação fotossinteticamente ativa).
- Verificar a influência das variáveis abióticas sobre a produção primária das macrófitas submersas *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa* da lagoa do Óleo
- Construir um modelo conceitual e matemático da produção primária de *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa* da lagoa do Óleo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Considerações gerais

O estudo foi realizado na lagoa do Óleo a partir de visitas mensais nas seguintes datas - 2003: 15/jan, 14/fev, 17/mar, 16/abr, 20/mai, 25/jun, 31/jul, 28/ago, 25/set, 30/out, 18/dez; 2004: 31/jan, 20/fev, 24/mar, 29/abr, 27/mai, 29/jun, 29/jul, 31/ago, 29/set, 28/out, 23/nov, 14/dez; 2005: 25/jan, 24/fev e 21/mar (Tabela I em Anexos). Nessas campanhas, que ocorreram geralmente entre 11:00 e 15:00 horas, foram determinadas variáveis abióticas *in situ* (profundidade, transparência, radiação fotossinteticamente ativa, pH, temperatura e condutividade elétrica) e coletadas amostras de água na superfície e no fundo da lagoa (com garrafa de Van Dorn) para determinações em laboratório de outras variáveis (oxigênio dissolvido, formas de carbono, material em suspensão, amônio, nitrogênio total, fósforo total, ferro, potássio, magnésio e sódio). Para estudo das variáveis bióticas da lagoa do Óleo, foram realizadas incubações *in situ* para determinações da produção primária e respiração de *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa*. As variáveis físicas e químicas da água da lagoa foram determinadas em dois locais distintos: i) próximo a um dos bancos de ocorrência de *Egeria najas*, na sub-superfície, que será identificado neste estudo pela sigla ES e no fundo por EF; ii) próximo ao local de ocorrência de *Utricularia breviscapa* na sub-superfície, identificado pela sigla US.

Foram consideradas também outras variáveis abióticas que influenciam na dinâmica das lagoas marginais, como as variáveis climatológicas e a vazão do rio Mogi-Guaçu.

4.1 Caracterização da Área de Estudo

A lagoa do Óleo (21° 36' S e 47° 49' W) está situada na Estação Ecológica de Jataí (EE Jataí), município de Luiz Antônio (Figura 1). Localizada na região central do estado de São Paulo (Brasil), esta área está contida no trecho médio da bacia do rio Mogi-Guaçu, em região de baixa declividade, propiciando padrão meândrico com canal sinuoso, o que possibilita a formação de várias lagoas marginais (Gandolfi, 1968) e ampla planície de inundação. Nesses trechos encontram-se ambientes lóticos, semilóticos e lênticos, sendo verificados padrões de interações longitudinais e laterais (Henry, 2003). Essas interações, em geral, são determinadas por fatores climatológicos; principalmente pela magnitude da precipitação, que tem influência direta sobre a flutuação do nível de água do rio.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, com menores temperaturas ocorrendo no período de menor precipitação (maio a outubro) (seco) e as temperaturas mais elevadas no período de maior precipitação (novembro a abril) (chuvoso) (Ballester, 1989; Cavalheiro, 1990; Pires *et al.*, 2000). A geologia do local é representada, ao longo das bacias hidrográficas, pelas formações Botucatu, Serra Geral e Santa Rita do Passa Quatro e, nas imediações das lagoas, por depósitos sedimentares predominantemente aluviais (Andrade *et al.*, 1993).

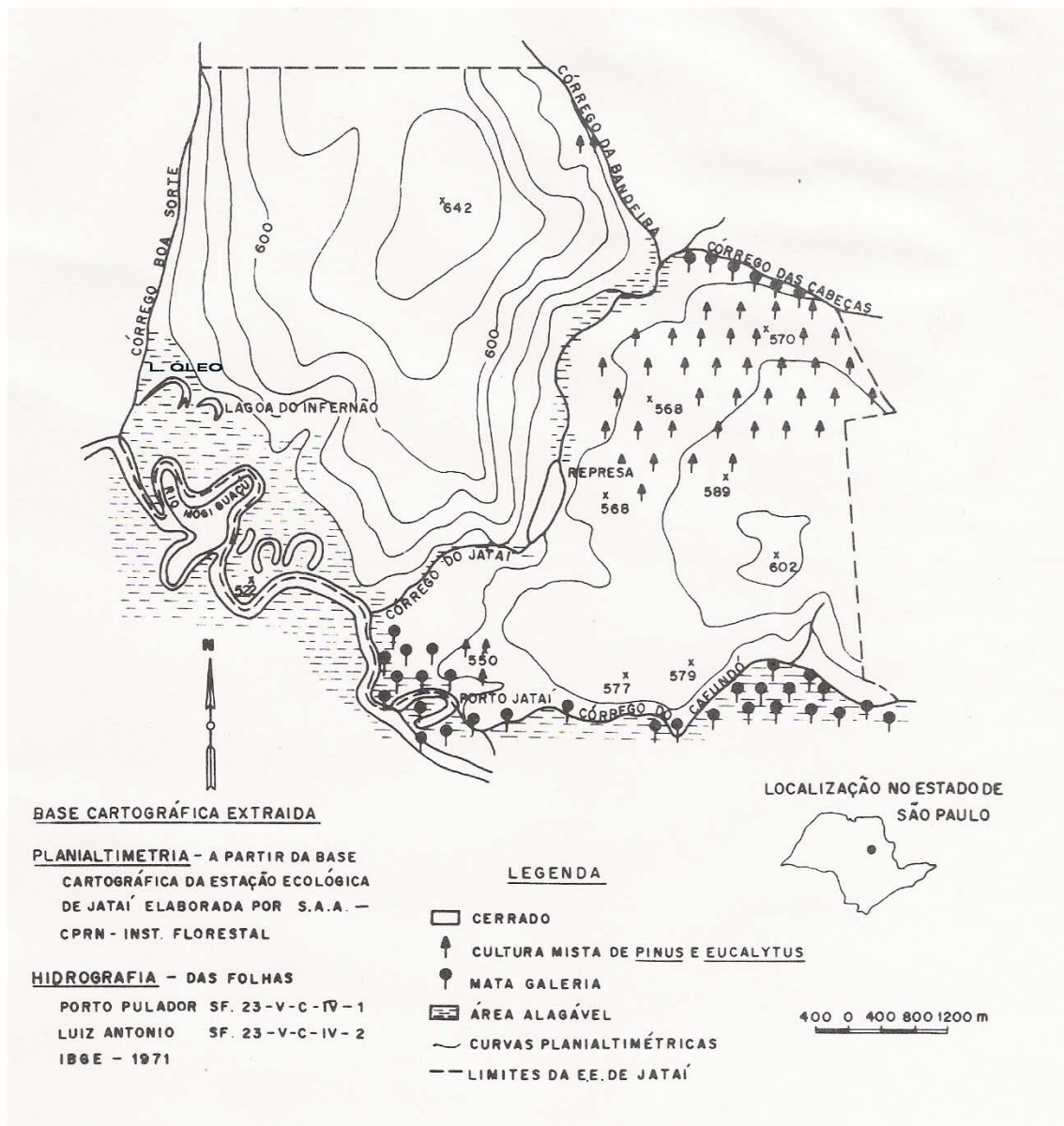


Figura 1 - Carta de planialtimetria hidrográfica e sistemas ambientais da EE Jataí (modificada de Santos e Mozeto, 1992).

Na EE Jataí encontram-se três tipos básicos de formações vegetais nativas: i) aquática, composta por espécies de macrófitas aquáticas submersas, flutuantes ou emergentes; ii) alagável, constituída principalmente por matas secundárias, com espécies típicas de cerrado; e iii) terrestre, estabelecida por espécies de cerrado (Cavalheiro *et al.*, 1990). No trecho do rio contido na Estação Ecológica de Jataí encontram-se 14 lagoas marginais (Pires *et al.*, 2000), em diferentes estágios sucessionais com distintos graus de conectividade com o rio

Mogi-Guaçu e tributários; dentre essas a do Infernã e a do Diogo foram as mais examinadas (Krusche, 1989; Santos e Pires, 2000). Atualmente a região limnética da lagoa do Infernã encontra-se totalmente coberta por macrófitas aquáticas emersas, principalmente *Scirpus cubensis*.

A Estação Ecológica de Jataí vem sendo estudada desde 1987, por um grupo de docentes-pesquisadores, credenciados no Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da UFSCar, através do Programa de Análise de Ecossistemas e Monitoramento Ambiental para a Estação Ecológica de Jataí e município de Luis Antônio, denominado Projeto Jataí (Santos e Pires, 2000).

Trabalhos realizados na lagoa do Óleo abordaram os processos de decomposição de macrófitas aquáticas. Modelos conceituais e matemáticos da ciclagem anaeróbia de detritos de *Eichhornia azurea* e *Egeria najas* foram desenvolvidos a partir de experimentos realizados em condições controladas (Bitar, 2003); de acordo com estes modelos, as emissões de CO₂ e CH₄ tendem ser maiores no verão, em função das temperaturas mais elevadas. Nesse contexto, devido aos teores mais elevados de compostos lábeis, a decomposição da *E. najas* é mais favorecida que a de *E. azurea*. No referido estudo, foi proposto ainda que as substâncias húmicas das frações refratárias dessas macrófitas aquáticas sejam importantes constituintes dos detritos particulados da lagoa. Estudos dos processos enzimáticos acoplados à degradação de *Utricularia breviscapa* sugeriram que o principal produto da mineralização seja o CO₂ em detrimento do CH₄ e que, nesta lagoa, a formação de metano esteja ligada à

degradação da celulose nos estratos anaeróbios do sedimento (Cunha-Santino, 2003). Romeiro (2005) dedicou-se ao estudo da decomposição de outras três espécies de macrófitas aquáticas presentes na lagoa do Óleo (*Scirpus cubensis*, *Cabomba furcata* e *Ludwigia inclinata*), concluindo que a temperatura foi positivamente relacionada ao processo de decomposição e que *S. cubensis* contribui sobremaneira na ciclagem de carbono nas lagoas da EE Jataí.

4.1.1 Batimetria

Para a descrição da batimetria, em dezembro de 2003 foram estabelecidas com teodolito (Wild, mod TDK) transecções paralelas à margem, eqüidistantes 10 m entre si, e perpendiculares (eqüidistantes 5,0 m). Em cada transecção as profundidades foram determinadas com régua graduada (em centímetro). O mapa batimétrico foi gerado utilizando-se o programa *Surfer* (Golden Software, Inc.), a partir do qual foram calculados os parâmetros morfométricos da lagoa do Óleo.

4.1.1.1 Parâmetros morfométricos

Os parâmetros morfométricos (Tabela 1) e a curva hipsográfica foram determinados a partir dos dados obtidos pela batimetria de acordo Håkanson (1981).

Tabela 1 – Parâmetros morfométricos da lagoa do Óleo, EE Jataí (Luiz Antônio, SP).

Parâmetros Morfométricos	Símbolo	Unidade	Formas de cálculo
Área Total	A	m ²	
Volume	V	m ³	
Perímetro	P	m	
Comprimento máximo	l	m	
Largura máxima	b	m	
Profundidade máxima	Z _m	m	
Profundidade média	Z̄	m	V/A
Profundidade relativa	Z _r	%	50*Z _{max} *√π/√A
Desenvolvimento de Margem	D _L	(índice)	P/2*√π*A
Desenvolvimento de Volume	D _V	(índice)	V/V _{cone} = V/(1/3*A*Z _{max})
Inclinação média		%	

4.1.2 Variáveis Climatológicas

Os dados das variáveis climatológicas foram obtidos junto a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Casa de Agricultura do município de Luiz Antônio (SP), incluindo: precipitação pluviométrica diária, temperatura mínima e máxima do ar de janeiro/2003 a março/2005.

4.1.3 Vazão do rio Mogi-Guaçu

As medidas de cotas e vazões do rio Mogi-Guaçu foram obtidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) prefixo 4C-007, Porto Cunha Bueno (21° 41' 49" S e 47° 48' 49" W), município de São Carlos para o período de janeiro/2003 a março/2005.

4.1.4 Profundidade da lagoa

Para verificação da flutuação do nível de água, a profundidade da lagoa do Óleo foi determinada mensalmente com peso e corda graduada durante o período de janeiro/2003 a março/2005.

4.1.5 Pulso

Para avaliar o regime de flutuação do rio Mogi-Guaçu foi estudado o comportamento hidrológico interanual através dos dados diários de cotas, utilizando o programa PULSO (Neiff e Neiff, 2003), durante o período de janeiro/2003 a março/2005, estabelecendo os possíveis níveis de transbordamento e a relação entre o regime de pulso do rio Mogi-Guaçu e as variáveis físicas e químicas da água da lagoa do Óleo.

O programa PULSO (Neiff e Neiff, 2003) foi desenvolvido para explorar algumas relações quantitativas entre as características ecológicas de áreas alagáveis e inundáveis, bem como as diferenças entre as fases de inundação e de seca em cada zona da paisagem (Casco *et al.*, 2005). A partir de dados hidrométricos (vazão) diários, semanais ou anuais, tomados em uma cidade próxima da planície inundável estudada, é possível inferir sobre o número de pulsos, o número de fases de inundação (potamofase) e de seca (limnofase), a estação do ano em que ocorreram, a duração e magnitude que alcançaram e a regularidade do regime.

4.1.6 Variáveis Físicas e Químicas da água

4.1.6.1 Transparência da água (Z_{DS})

A transparência da água foi avaliada através da profundidade de desaparecimento visual do Disco de Secchi.

4.1.6.2 Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA)

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi determinada considerando um perfil vertical com intervalo de 10 cm a partir da superfície até o fundo, utilizando-se um radiômetro Li-Cor®, modelo 189 acoplado a um sensor subaquático Li-Cor®, modelo 192. Foram feitas três determinações para cada profundidade.

4.1.6.3 Coeficiente de atenuação vertical da RFA (K_d)

Os coeficientes de atenuação vertical da RFA (K_d) foram estimados da relação exponencial dos perfis verticais da RFA (Kirk, 1994). A constante da relação entre a Z_{DS} e o K_d foi calculada utilizando-se os valores da Z_{DS} e K_d de janeiro/2003 a dezembro/2004; os valores de K_d e Z_{DS} foram colocados em um gráfico (Figura 2) e ajustados de acordo com uma relação não-linear, para tanto foi aplicada a seguinte equação: $y=P_1/x$; em que: $y =K_d$, $x =Z_{DS}$ e $P_1 =$ constante. Assim o K_d pode ser calculado a partir da equação $K_d=2,47/Z_{DS}$.

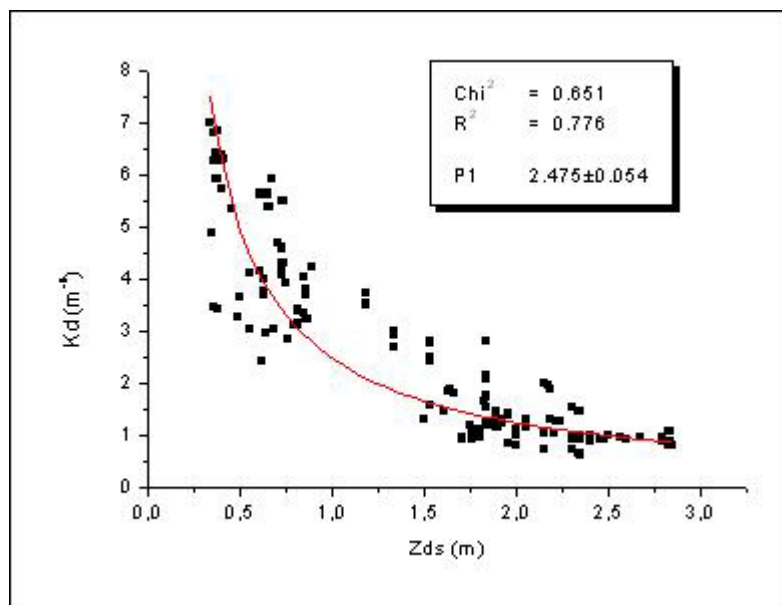


Figura 2 - Relação entre a transparência da água (profundidade do disco de Secchi) e o coeficiente de atenuação vertical (K_d), no período de janeiro/2003 a março/2005.

4.1.6.4 Zona Eufótica (Z_{eu})

As profundidades da zona eufótica foram calculadas a partir dos perfis verticais da RFA determinadas pela equação $\ln(1/100)/K_d$ (Kirk, 1994).

4.1.6.5 Temperatura, pH, condutividade elétrica

Os perfis verticais de temperatura, pH e condutividade elétrica da água foram obtidos em intervalos de 10 cm utilizando-se Sonda Horiba® - modelo U-10. Foram feitas três medidas de cada variável em cada profundidade.

4.1.6.6 Oxigênio Dissolvido (OD)

Para as determinações das concentrações de oxigênio dissolvido foram coletadas duas amostras de água em cada local e, posteriormente, em laboratório foi utilizado o método titulométrico de Winkler (Golterman *et al.*, 1978).

4.1.6.7 Material em Suspensão Total, inorgânico e orgânico (MST, MSI e MSO)

Para a determinação do material em suspensão foi empregado o método gravimétrico descrito em Teixeira *et al.* (1965), utilizando-se membranas de fibra de vidro (Millipore AP20).

4.1.6.8 Formas de Carbono

Foram coletadas três amostras de água para determinação das formas de carbono, considerando os diferentes locais de ocorrência das espécies em estudo. As concentrações das formas de carbono foram determinadas em laboratório por meio de combustões em altas temperaturas (TOC Shimadzu® - 5000A). Para as determinações das formas totais de carbono (carbono total - CT, carbono orgânico total - COT e carbono inorgânico total - CIT) foram utilizadas as amostras de água não filtradas e para as quantificações das formas dissolvidas (carbono total dissolvido - CTD, carbono orgânico dissolvido - COD e carbono inorgânico dissolvido - CID) as mesmas foram filtradas em membrana de fibra de vidro (Millipore AP20). Formas particuladas de carbono (CTP, COP e CIP) foram estimadas pelas diferenças das concentrações das formas totais e dissolvidas. As especiações das formas inorgânicas de carbono dissolvido (H_2CO_3 e HCO_3^-) foram efetuadas utilizando-se equações derivadas do equilíbrio dos carbonatos em função do pH (Hutchinson, 1957; Stumm e Morgan, 1981).

4.1.6.9 Nutrientes

4.1.6.9.1 Fósforo Total (P-PO₄)

As concentrações de fósforo total foram determinadas em amostras de água não filtradas seguindo o método espectrofotométrico proposto por Strickland e Parsons (1960).

4.1.6.9.2 Amônio (N-NH₄)

As concentrações de amônio foram determinadas em amostras de água filtradas em membranas AP 20, seguindo a metodologia descrita por Koroleff (1976).

4.1.6.9.3 Nitrogênio Orgânico Total Kjeldahl (NTK)

Para determinação do nitrogênio orgânico total foi utilizado o método clássico de Kjeldahl em amostras de água não filtradas.

4.1.6.10 Íons

Foi feita uma análise prévia para detectar quais os íons presentes na água da lagoa, sendo então selecionados Fe, Mg²⁺, Na⁺, e K⁺. Para determinação da concentração dos íons, as amostras foram fixadas com HNO₃ e posteriormente analisadas através de espectrofotometria de absorção atômica com chama (SPECTRA AA 220) no laboratório do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA) da EESC/USP-São Carlos.

4.2 As macrófitas aquáticas

Através de investigações-piloto e com base em outros trabalhos realizados na lagoa do Óleo (Bitar, 2003; Cunha-Santino, 2003), foram selecionadas para este estudo as macrófitas aquáticas submersas *Egeria najas* Planchon e *Utricularia breviscapa* Wright ex Griseb por serem abundantes e freqüentes nesse ambiente.

Egeria najas Planchon

E. najas é uma espécie submersa enraizada, angiosperma, perene e dióica, pertencente à família Hydrocharitaceae, nativa da América do Sul (Cook e Urmi-König, 1984; Madsen, 1998). Alguns trabalhos ressaltam que dentre as espécies do gênero *Egeria*, *E. densa* vem sendo amplamente pesquisada, enquanto que *E. najas* ainda carece de estudos pormenorizados (Bini, 2003; Carvalho *et al.* 2003; Tavecchio e Thomaz, 2003). Apesar de ser considerada uma espécie enraizada, pode ser encontrada livre (Bitar, 2003). Entre as espécies mais comumente associadas a *E. najas*, destacam-se: *Utricularia foliosa*, *U. amethystina*, *Cabomba australis*, *Salvinia mínima*, *Pistia stratiotes*, *Limnobium laevigatum*, *Eichhornia azurea* entre outras (Cook e Urmi-König, 1984). Na lagoa do Óleo foram verificadas, em agosto de 2002, as seguintes espécies de macrófitas aquáticas: *Utricularia breviscapa*, *Egeria najas*, *Cabomba piauihyensis*, *Ceratophyllum submersum*, *Eichhornia azurea*, *Salvinia auriculata*, *Ricciocarpus natans*, *Scirpus cubensis*, *Cyperus giganteus* e *Ludwigia* sp (Cunha-Santino, 2003) e também *Najas conferta* e *Utricularia foliosa* identificadas no presente estudo.

Utricularia breviscapa Wright ex Griseb.

U. breviscapa é uma angiosperma pertencente à família Lentibulariaceae; trata-se de uma espécie submersa livre podendo estar associada com outras macrófitas. Sua distribuição é pantropical, África e Américas (Norte, Sul e Central); no Brasil ocorre do Amapá e Roraima ao Rio Grande do Sul. Uma característica deste gênero é a presença de utrículos - pequenas bolsas ou urnas que têm função de aprisionar microcrustáceos, alevinos e outras larvas aquáticas - sendo, portanto carnívoras (Taylor, 1994). Uma vez que é freqüente sua ocorrência em ambientes oligotróficos (Moeller, 1980; Menezes, 1984), o hábito carnívoro funciona como complemento nutricional compensando, quando necessário, a escassez de nutrientes na água e a falta de raízes verdadeiras (Pott e Pott, 2000).

4.2.1 Produção Primária de *E. najas*

As determinações das taxas de Produção Primária (PP) foram realizadas mensalmente a partir de janeiro/2003 a março/2005. As taxas de PP foram determinadas nos locais de ocorrência das espécies, utilizando-se a técnica de frascos claros e escuros (Nygaard, 1958; Wetzel, 1964). Frascos (claros e escuros) de 300 ml, contendo ramos apicais de *E. najas* (≈ 7 cm) previamente lavados, completados com alíquotas de água sifonada da lagoa do Óleo foram incubados *in situ* por aproximadamente uma hora (no período compreendido entre 11 e 14:00 h) (Tabela I em Anexos).

Das observações em campo, notou-se que os bancos de *E. najas* da lagoa apresentaram flutuação vertical ao longo do ano. Acreditava-se que no período de junho a agosto os indivíduos desta espécie morressem (Bitar, 2003). No entanto, o acompanhamento realizado neste trabalho permitiu encontrar espécimes sadios a 3,5 - 4 metros de profundidade. Desta observação, a partir de junho/2003, realizaram-se incubações de ramos de *E. najas* nas profundidades (aproximadas) em que foram encontradas/coletadas, variando entre 150 a 250 cm, sendo denominadas *Egeria-fundo* (EF) (Tabela I em Anexos).

Além das incubações dos frascos (claros e escuros) com ramos das macrófitas, também foram incubados frascos (claros e escuros) com água sem planta, para determinar, respectivamente, a produção primária e a respiração do fitoplâncton, cujos valores foram descontados daqueles obtidos nos frascos com plantas.

4.2.2 Produção Primária de *U. breviscapa*

As determinações da produção primária de *U. breviscapa* foram iniciadas em janeiro/2003 e retomadas em junho/2003, prosseguindo mensalmente até março/2005 (Tabela I em Anexos), seguindo os mesmos procedimentos descritos para *E. najas*. Uma vez que nas observações em campo só foram encontrados indivíduos de *U. breviscapa* na sub-superfície, as incubações para esta espécie foram realizadas nesta profundidade, sendo denominadas de *Utricularia-superfície* (US).

4.3 - Análise Estatística

4.3.1 Análises exploratórias

Para interpretação e análise dos dados foram realizadas análises exploratórias multivariadas (ANOVA, MANOVA e ACP) que permitem explorar os dados e gerar hipóteses relevantes para testes (Ribeiro, 1994).

Os testes de hipótese foram feitos para verificar a possível existência de diferença estatística significativa da **sazonalidade** e da **profundidade** sobre as variáveis abióticas, sendo considerado significativo o teste para $p < 0,05$. De acordo com os resultados obtidos nos testes realizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP), hierarquizando as variáveis para o conjunto dos dados.

4.3.2 Regressão parcial múltipla (RPMS)

A regressão parcial múltipla (Zar, 1996), também conhecida por regressão parcial múltipla *stepwise* (RPMS), foi utilizada para avaliar as relações entre as variáveis ambientais e a produção primária e respiração. A RPMS é uma combinação das técnicas de *forward* e *backward* de seleção de variáveis. Portanto, requer dois níveis de significância: um para adicionar variável e outro para remover. A probabilidade de corte para selecionar (adicionar) variável deve ser menor que a probabilidade de corte para remover, de forma que o procedimento não seja infinito (Antonio, 2004). Os coeficientes gerados nesta análise mostram os “pesos” de cada variável ambiental sobre a produção primária. Após a seleção das variáveis, foi aplicada uma regressão múltipla,

com a PP e as variáveis selecionadas, gerando assim equações que descreveram as variações dos coeficientes. Para todas essas análises foi utilizado o programa NCSS (Hintze, 2001).

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da Área de Estudo

5.1.1 Batimetria

Do mapa batimétrico confeccionado em dezembro de 2003 verificou-se que o relevo do fundo da lagoa do Óleo é irregular, com profundidades variando entre 0,2 metros, nas margens, até 5 metros (Z_m), no local onde foi a calha do rio Mogi-Guaçu (Figura 3).

5.1.1.1 Parâmetros morfométricos

Com base nos parâmetros morfométricos, constatou-se que a lagoa possui largura reduzida em função do elevado comprimento, de acordo com a relação entre o perímetro e a área ($D_M = 3,08$) sua forma foi caracterizada como desmembrada. A profundidade relativa (Z_r) da lagoa foi 3,24% e a declividade média das margens 8% (Tabela 2).

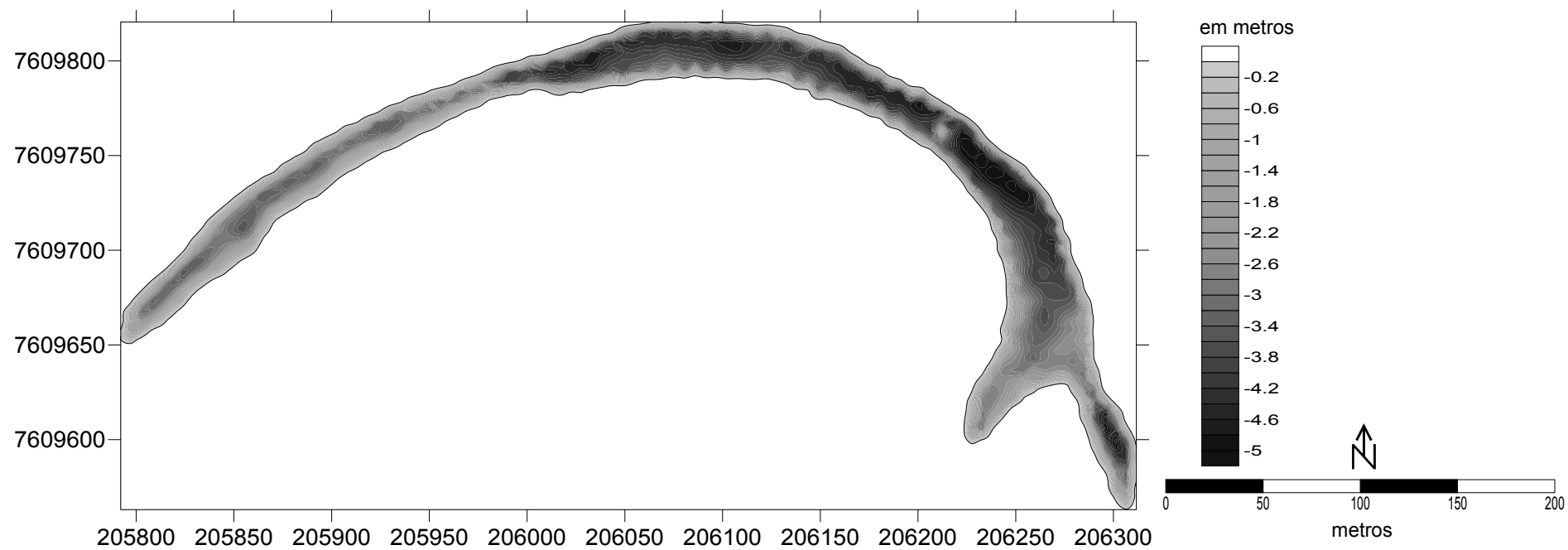


Figura 3 - Batimetria da lagoa do Óleo.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros morfométricos da lagoa do Óleo obtido a partir da batimetria realizada em 18/dez/2003 e de outras lagoas da planície de inundação do rio Mogi-Guaçu.

Parâmetros Morfométricos	lagoa do Óleo	lagoa do Infernã*	lagoa do Diogo**	lagoa do Mato***
Área (A)	0,0195 km ²	0,0305 km ²	0,690 km ²	0,095 km ²
Volume (V)	49.613 m ³	66.185 m ³	94.222 m ³	96.054 m ³
Perímetro (p)	1.500 m			2.553 m
Comprimento máximo (l)	710 m	325 m	570 m	1.120 m
Largura máxima (b)	60,0 m	96,0 m	90,0 m	120,0 m
Profundidade máxima (Z _m)	5,10 m	4,90 m	3,0 m	2,50 m
Profundidade média (Z̄)	2,55 m	2,10 m	1,35 m	1,06 m
Profundidade relativa (Z _r)	3,24 %	2,50 %		0,72 %
Desenvolvimento de Margem (D _l)	3,08	2,20	2,84	2,34
Desenvolvimento de Volume (D _v)	1,50	1,3		1,28
Inclinação média	8 %	14 %		1,44 %

*Nogueira (2000), ** Krusche (1989), *** Camargo (1991).

A curva hipsográfica (Figura 4) permite inferir que a lagoa do Óleo é ligeiramente côncava (Håkanson, 1981).

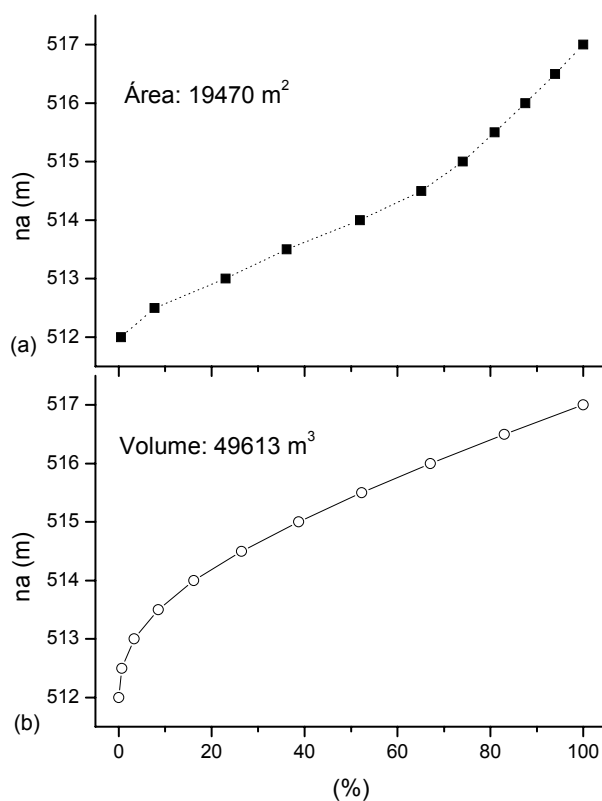


Figura 4 - Curva hipsográfica (a) (nível altimétrico (m) x área) e relação nível altimétrico (m) x volume (b), obtidos a partir do mapa batimétrico da lagoa do Óleo.

5.1.2 Variáveis Climatológicas

5.1.2.1 Precipitação pluviométrica

Foram analisados os dados de precipitação pluviométrica de dois anos hidrológicos (janeiro/2003 a março/2005) sendo que, conforme a classificação Aw para a região, o período de maior precipitação seria de novembro a abril e o período seco de maio a outubro. Porém, os meses de maio/2003 e maio/2004 apresentaram valores elevados de precipitação, assim como observado por Ballester (1994) que, inclusive, registrou a ocorrência de uma inundação em maio/1991. Neste estudo observou-se ocorrência de picos de precipitações em janeiro/2003, fevereiro/2004 e janeiro/2005 (623, 480 e 410 mm, respectivamente); os meses mais secos foram entre junho e setembro/2003 e junho e setembro/2004, com valores entre 0 e 50 mm. Estabeleceu-se a sazonalidade para as análises estatísticas, definindo dois períodos distintos para a lagoa: cheia (novembro a abril) e seca (maio a outubro) (Figura 5).

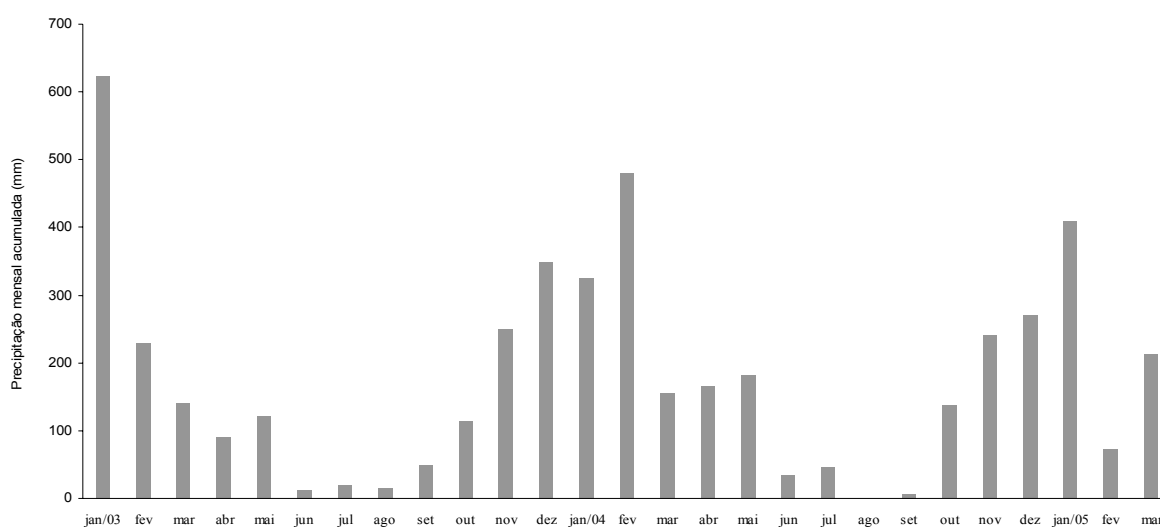


Figura 5 - Precipitação mensal acumulada (mm) de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.2.2 Temperatura do Ar

De acordo com os dados de temperatura mínima e máxima do ar pode-se notar que os valores mais reduzidos ocorreram na estação seca (maio a agosto), elevando-se a partir de setembro/2003 e setembro/2004 (Figura 6 e Tabela II em Anexos).

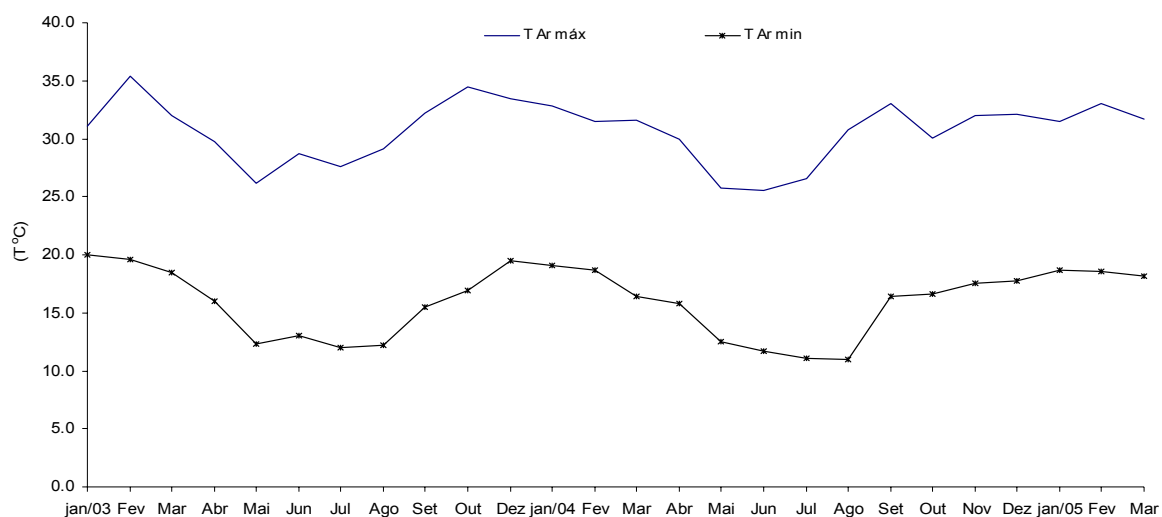


Figura 6 - Temperatura do ar (máxima e mínima) de janeiro/2003 a março/2005

5.1.3 Vazão do rio Mogi-Guaçu

A vazão média diária do rio Mogi-Guaçu está apresentada juntamente com a precipitação pluviométrica diária (Figura 7). A figura indica também os dias de coleta, que estão representados por setas verticais. Através da observação das medidas mensais de vazão (Figura 8), percebem-se apenas três picos durante o período de estudo, o que caracteriza um padrão anual unimodal. Porém, quando confrontado com os gráficos de medidas diárias evidenciam-se outros picos, ocultos na média mensal. Dessa forma, pode-se caracterizar o período de águas altas do rio Mogi-Guaçu como um sistema de múltiplos eventos de inundação de curta duração (Krusche e Mozeto, 1999).

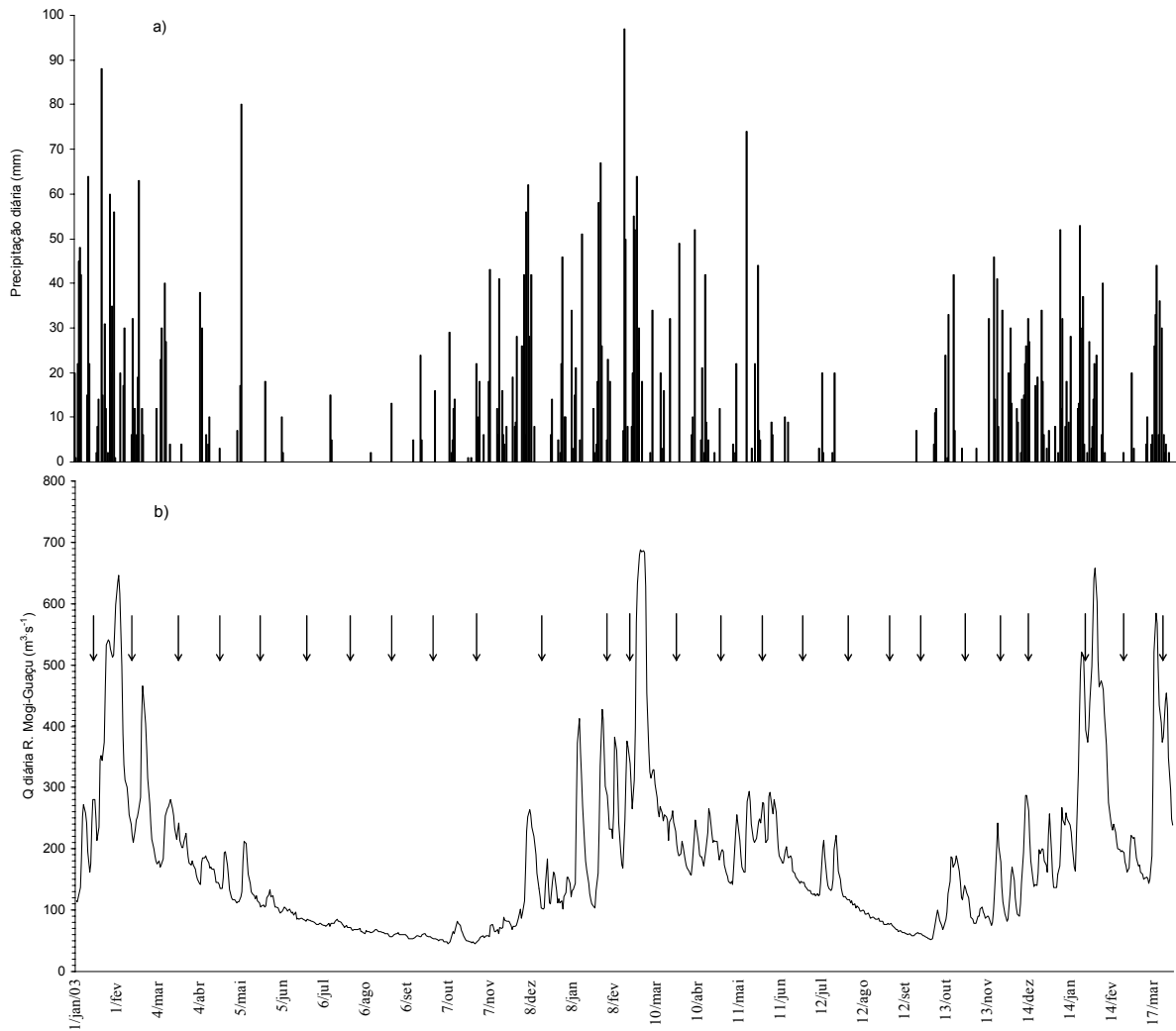


Figura 7 - a) Precipitações pluviométricas diárias (mm); b) Vazões médias diárias do rio Mogi-Guaçu ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) com setas indicando os dias de coleta de janeiro/2003 a março/2005.

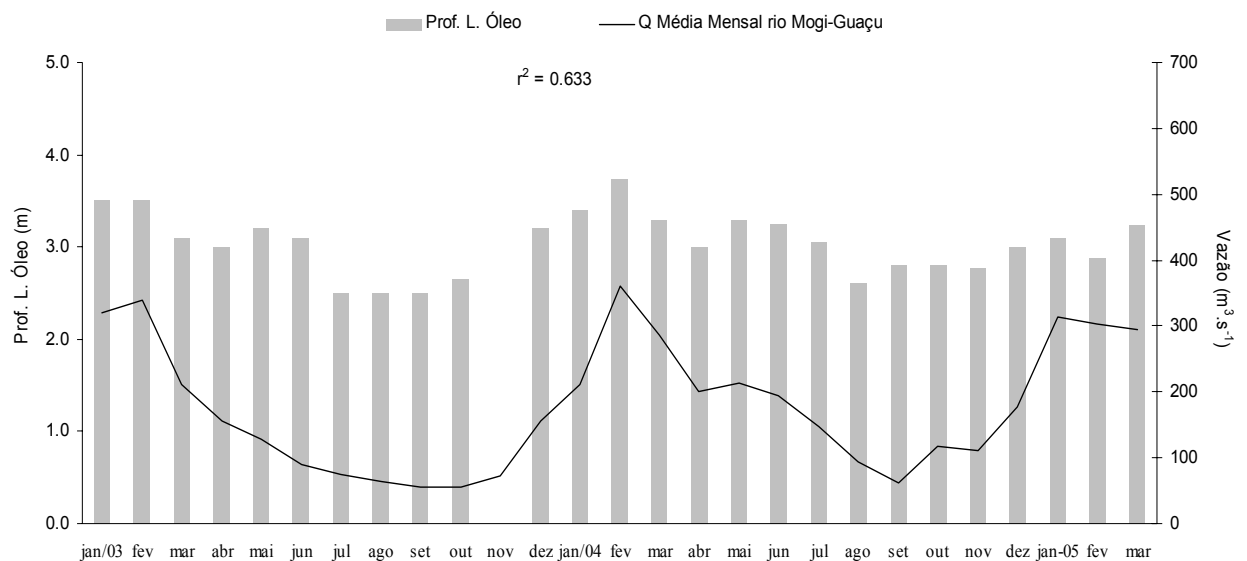


Figura 8 - Vazões médias mensais do rio Mogi-Guaçu ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) e profundidade (m) da lagoa do Óleo (mm) de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.4 Profundidade da lagoa (Z)

As menores profundidades da lagoa do Óleo foram verificadas durante o período de seca, nos meses de julho a setembro/2003 (2,50 m) e agosto/2004 (2,60 m) (Figura 8 e Tabela I em Anexos). As profundidades mais elevadas foram registradas no período de precipitação intensa (chuvoso), com destaque para os meses de janeiro e fevereiro/2003 (3,50m) e fevereiro/2004 (3,74m), com maiores flutuações dos níveis da água. A profundidade da lagoa esteve mais relacionada com a vazão do rio Mogi-Guaçu do que com a precipitação ($r^2= 0,63$) (Figura 9).

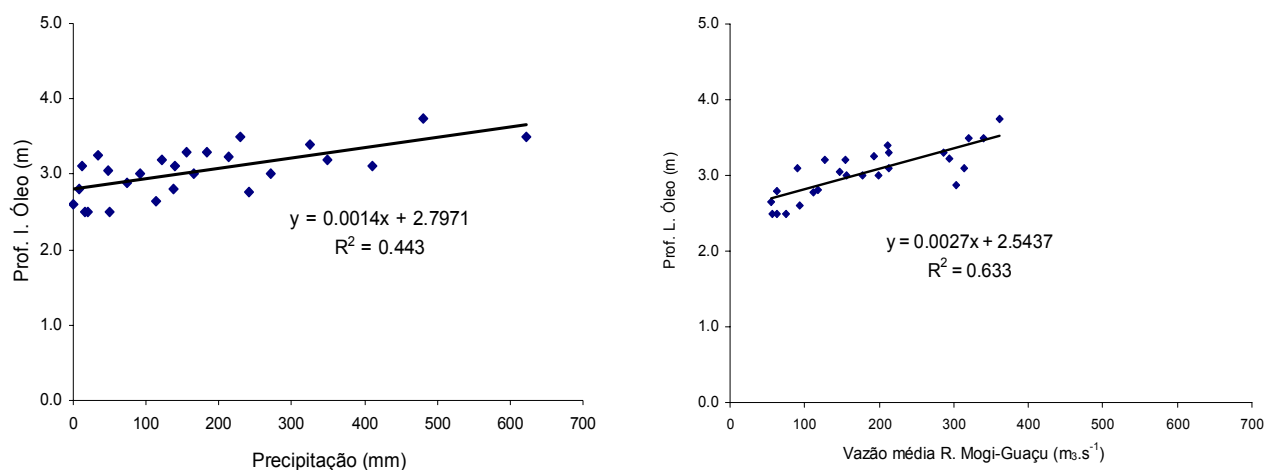


Figura 9 - Correlações entre os dados de profundidade da lagoa do Óleo e precipitação mensal acumulada (a) e vazões médias mensais do rio Mogi-Guaçu (b).

5.1.5 Pulso

A lagoa do Óleo apresenta infiltração subterrânea; assim sua interação com o rio Mogi-Guaçu não ocorre apenas quando o rio transborda, mas também quando seu nível alcança uma altura que permite a infiltração subterrânea. Por faltarem informações precisas sobre o valor da vazão em que o rio influencia a lagoa através da infiltração subterrânea, bem como sobre o valor em que a interação se dá superficialmente pelo transbordamento, foram gerados alguns níveis de interação com vazões variadas utilizando o programa PULSO (Neiff e Neiff, 2003). As estimativas dos níveis de transbordamento foram baseadas em hipóteses propostas por: a) Krusche (1989) para a lagoa do Diogo: $490 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; b) Simões-Filho et al. (2000) para a lagoa do Infernã: $538 \pm 40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, e por observações *in situ* na época deste estudo: $600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (H. Gomes com. pess.) (Tabela 3 e Figura 10 a, b, c).

De acordo com os resultados gerados pelo programa PULSO, verificou-se que as frequências dos pulsos diminuem com o aumento do nível de transbordamento. Amplitude, sazonalidade e número de dias em limnofase e potamofase também variam de acordo com o nível de transbordamento estipulado.

Tabela 3 - Resultados dos atributos gerados pelo programa PULSO, para diferentes níveis de transbordamento do rio Mogi-Guaçu para o período de janeiro/2003 a março/2005.

Vazão	490 m ³ s ⁻¹	498 m ³ s ⁻¹	538 m ³ s ⁻¹	578 m ³ s ⁻¹	600 m ³ s ⁻¹
Frequência	4	4	4	3	2
Intensidade máxima	687,46 (27/fev/04)	687,46 (27/fev/04)	687,46 (27/fev/04)	687,46 (27/fev/04)	687,46 (27/fev/04)
Intensidade mínima	45,74 (06/out/03)	45,74 (06/out/03)	45,74 (06/out/03)	45,74 (06/out/03)	45,74 (06/out/03)
Tensão máxima	526,24	526,24	526,24	526,24	526,24
Tensão mínima	198,10	198,10	198,10	198,10	198,10
Amplitude	185,75	185,75	185,25	245,00	198,50
Sazonalidade Potamofase	Jan-Fev/03 Fev-Mar/04 Jan-Mar/05	Jan-Fev/03 Fev-Mar/04 Jan-Mar/05	Jan-Fev/03 Fev-Mar/04 Jan-Mar/05	Jan-Fev/03 Fev-Mar/04 Jan-Mar/05	Fev/03 Fev-Mar/04 Jan-Fev/05
Sazonalidade Limnofase	Mar/03-Jan/04 Abr-Dez/04	Mar/03-Jan/04 Abr-Dez/04	Mar/03-Jan/04 Abr-Dez/04	Mar/03-Jan/04 Abr-Dez/04	Mar/03-Jan/04 Abr-Dez/04
Nº Dias em Potamofase	2003 - 12 2004 - 8 2005 - 12	2003 - 12 2004 - 8 2005 - 11	2003 - 6 2004 - 8 2005 - 6	2003 - 4 2004 - 7 2005 - 4	2003 - 3 2004 - 7 2005 - 3
Nº Dias em Limnofase	755	756	765	763	720

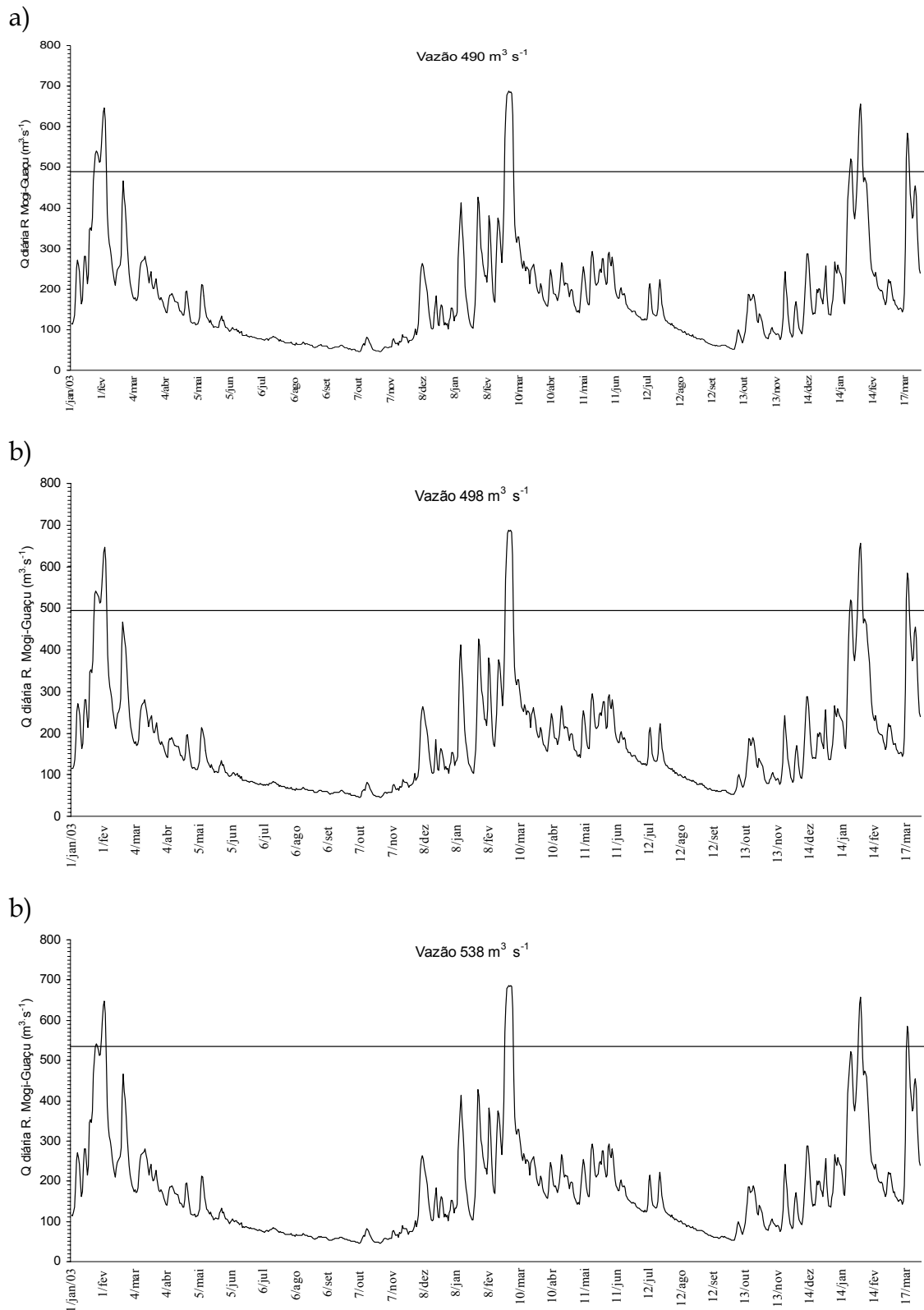


Figura 10 – Vazões médias diárias do rio Mogi-Guaçu ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) de janeiro/2003 a março/2005 e simulação de níveis de transbordamento em diferentes vazões: a) Krusche (1989), b) Simões-Filho *et al.*(2000), c) presente estudo, utilizando-se o programa PULSO.

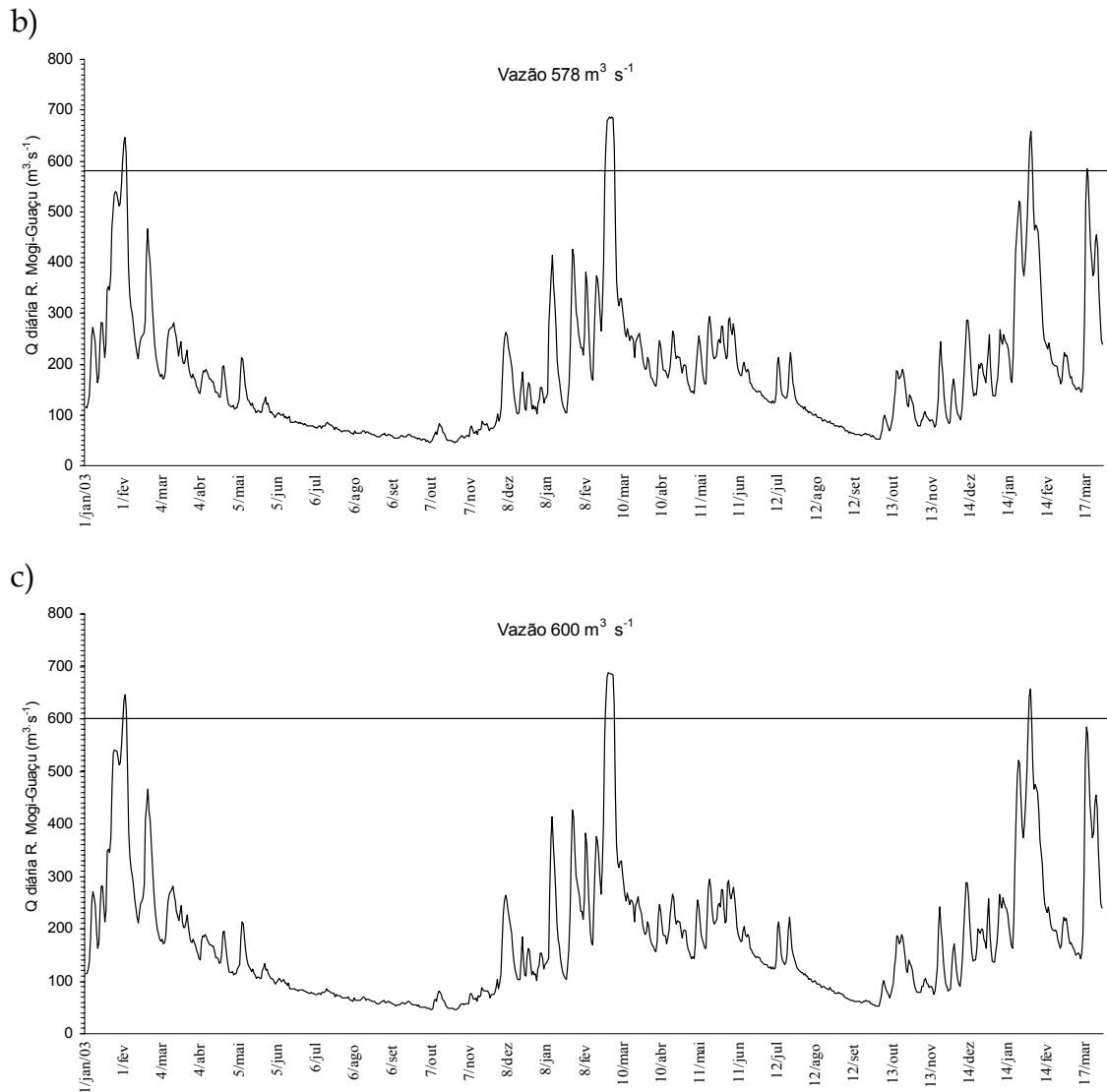


Figura 10 Continuação - Vazões médias diárias do rio Mogi-Guaçu (m³.s⁻¹) de janeiro/2003 a março/2005 e simulação de níveis de transbordamento em diferentes vazões: a) Krusche (1989), b) Simões-Filho *et al.*(2000), c) presente estudo, utilizando-se o programa PULSO.

5.1.6 Variáveis Físicas e Químicas da água

Análises exploratórias

Com o conjunto total dos dados das variáveis físicas e químicas da água da lagoa do Óleo realizou-se uma MANOVA; em seguida, foram testados os efeitos da sazonalidade e da profundidade sobre este conjunto de dados, o que indicou não haver diferença estatística significativa entre seca e chuva e entre as profundidades ($p > 0,05$). (Tabelas III e IV em Anexos). Porém, quando consideradas isoladamente, algumas variáveis apresentaram diferenças estatísticas significativas entre seca e chuva e/ou entre a superfície e o fundo ($p < 0,05$). A partir disso foi realizada uma análise de componentes principais (ACP), hierarquizando as variáveis para o conjunto de dados (Tabela 4 e Figura 11). A ACP indicou que apesar do teste de hipótese não apresentar diferenças significativas para o conjunto dos dados das variáveis abióticas da lagoa do Óleo, pode-se identificar o efeito da sazonalidade, agrupando a maioria dos meses do período de seca do lado esquerdo e os meses do período chuvoso do lado direito (Figura 11).

Não houve diferença significativa para os resultados da superfície nas proximidades do banco de *E. najas* (ES) em relação ao de *U. breviscapa* (US). Quando não houve diferença significativa entre a superfície e o fundo foram utilizados os valores de ES para confecção dos gráficos por representarem o período todo de estudo (janeiro/2003 a março/2005); havendo diferença, foram representadas as duas profundidades.

Tabela 4 - Correlação das variáveis ABIÓTICAS analisadas com os Fatores 1 e 2 da ACP durante o período de estudo.

Variável	Fator 1	Fator 2
COT	0,964	
CT	0,962	
ZDS	-0,952	
MST	0,936	
MSO	0,929	
CTD	0,912	
COND	0,905	
Kd	0,902	
COD	0,885	
MSI	0,843	
Fe	0,786	
CTP	0,782	
COP	0,766	
CID	0,712	
CIT	0,709	
TEMP		0,830
% de variação explicada	67,99	11,03

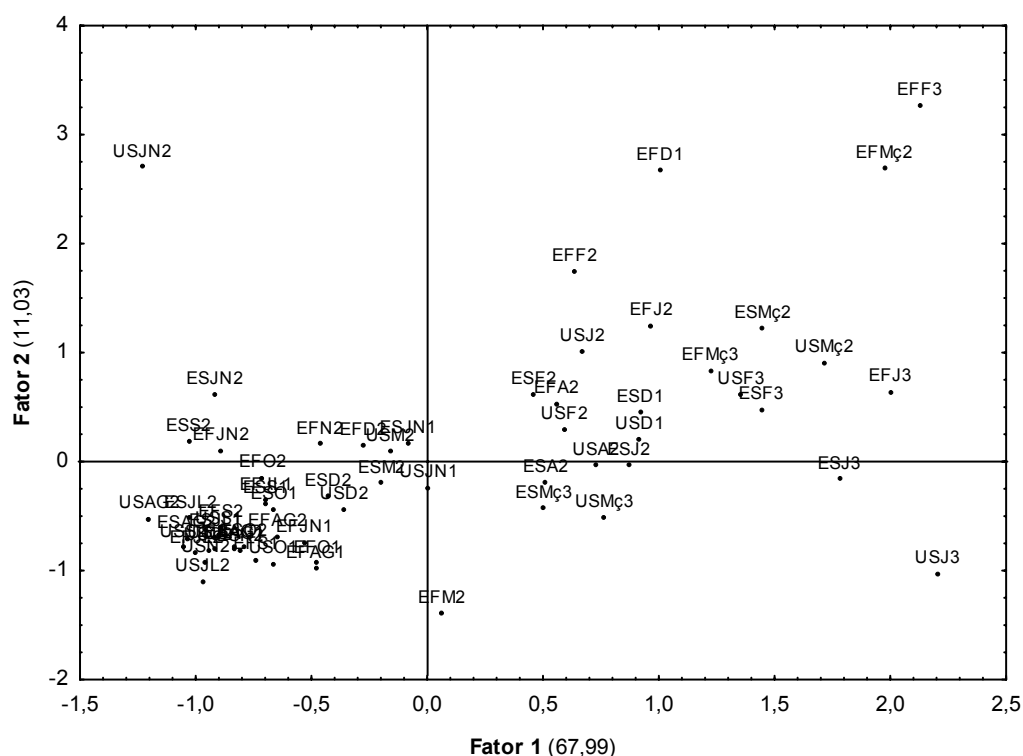


Figura 11 - Ordenação pela análise de componentes principais (ACP) das variáveis abióticas da lagoa do Óleo para o período de janeiro/2003 a março/2005.

ES= *Egeria* superfície, EF= *Egeria* fundo, US= *Utricularia* superfície, UF= *Utricularia* fundo; J, F, Mç, A, M, JN, JL, AG, S, O, N, D - iniciais dos meses. 01 corresponde ao ano de 2003, 02=2004, 03=2005.

5.1.6.1 Transparência da água (Z_{DS})

Os dados da transparência da água apresentaram diferenças significativas entre o período seco e chuvoso. Os valores mais elevados foram registrados nos meses mais secos, de maio a outubro/2003 e de maio a novembro/2004. A coluna d'água apresentou baixa transparência nos meses de intensa precipitação, sendo os menores valores registrados em fevereiro/2003 (0,37 m), março/2004 (0,36 m) e fevereiro/2005 (0,40 m) (Figura 12 e Tabela V em Anexo).

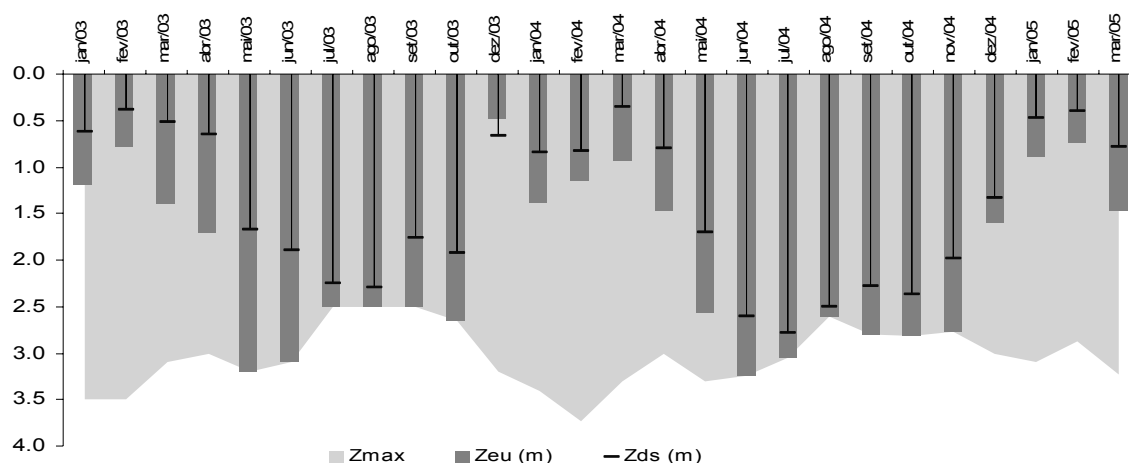


Figura 12 - Profundidade da lagoa - Z_{max} , profundidade da zona eufótica - Z_{eu} (m) e profundidade de desaparecimento do Disco de Secchi - Z_{ds} (m) e, de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.2 Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA)

Os perfis verticais de RFA no período chuvoso e seco estão representados na Figura 13 (cf. Tabela V em Anexos). Pode-se notar que no período chuvoso a RFA se extingue em profundidades inferiores às do período seco.

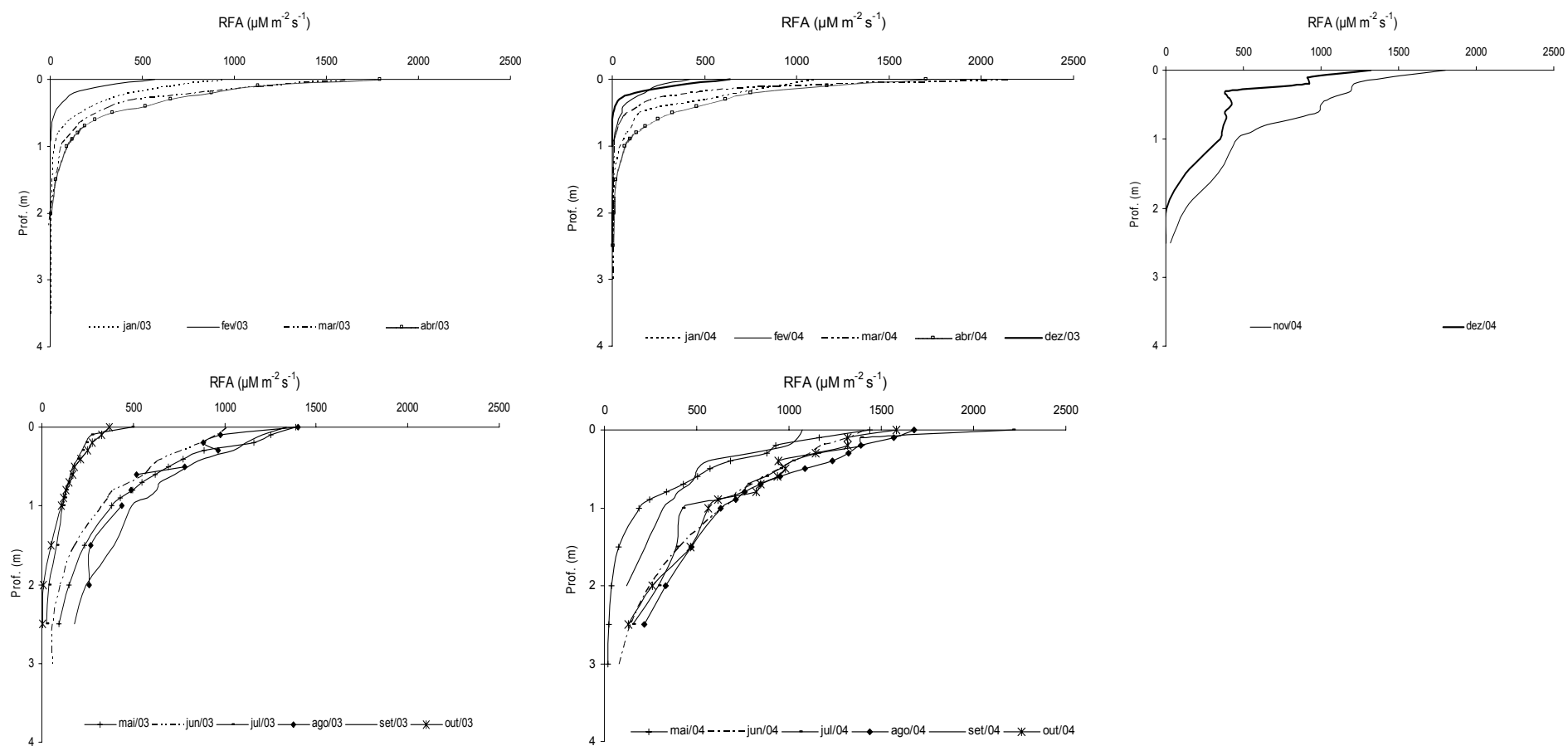


Figura 13 - Perfis verticais de RFA nos períodos de chuva e seca, de janeiro/2003 a dezembro/2005 na lagoa do Óleo.

5.1.6.3 Coeficiente de extinção vertical da RFA (K_d)

Os coeficientes de extinção vertical da RFA foram significativamente diferentes sazonalmente, apresentando os valores mais elevados no período chuvoso. Para comparação, foram representados os valores de K_d obtidos a partir da RFA e os calculados a partir da relação com a Z_{DS} , ou seja, $K_d = 2,47 / Z_{DS}$ (Figura 14 e Tabela V em Anexos).

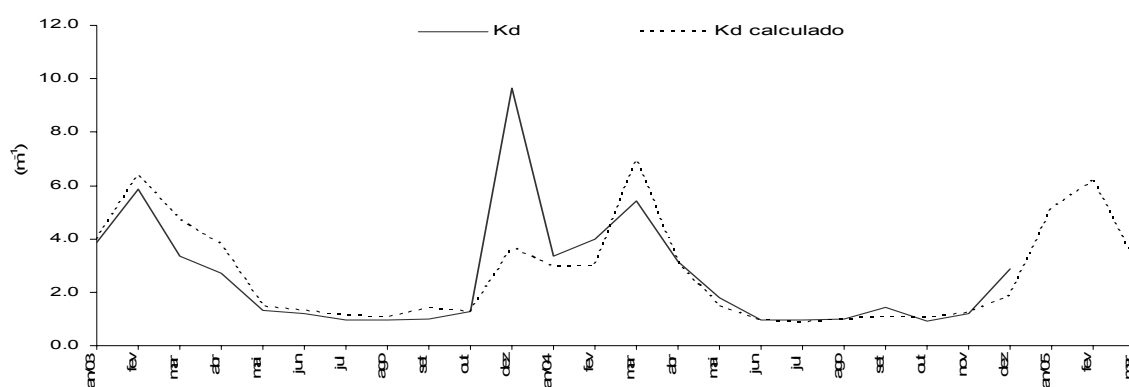


Figura 14 - Médias ($n=3$) dos coeficientes de extinção vertical da RFA (K_d), obtidos a partir dos perfis da RFA e os calculados pela Z_{DS} .

5.1.6.4 Zona eufótica (Z_{eu})

A profundidade da zona eufótica apresentou diferença significativa entre o período seco e chuvoso, sendo mais elevada no período seco (Figura 12 e Tabela V em Anexos).

5.1.6.5 Temperatura da Água

A variação da temperatura da água seguiu padrão sazonal com os menores valores médios registrados nos meses de maio a agosto/2003 e maio a julho/2004, período de inverno/seca. Na água da superfície, próximo ao banco de *E. najas*, os valores ficaram entre 17,2 (julho/2004) e 29,5 °C (dezembro/2003), com uma

oscilação de 12,3 °C. No fundo, os valores variaram de 15,8 a 25,6 °C em julho/2004 e dez/2004, respectivamente (Figuras 15 e 16, Tabela VI em Anexos). A partir das correlações feitas entre as temperaturas máximas e mínimas do ar com as temperaturas da superfície e do fundo foi verificado que as temperaturas mínimas do ar influenciaram as temperaturas da água da lagoa ($r^2=0,80$).

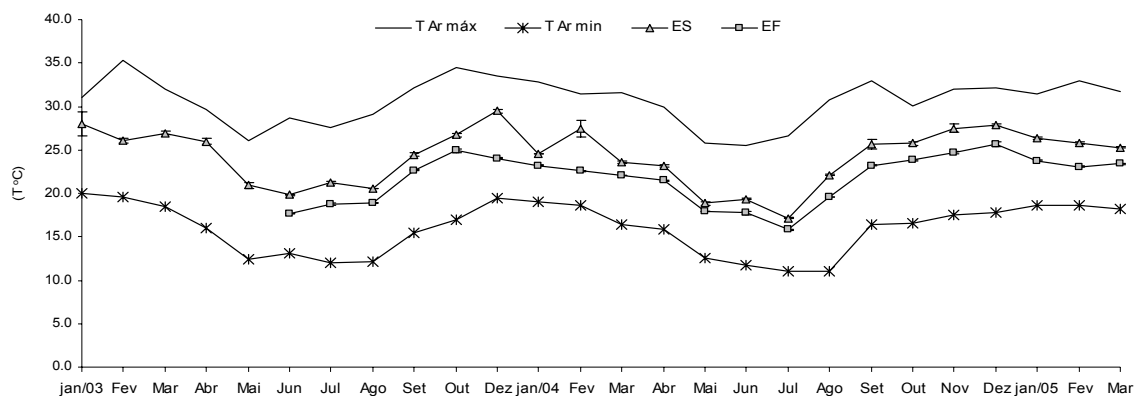


Figura 15 - Valores de temperatura do ar (máxima e mínima) e da água da lagoa do Óleo (médias e desvios-padrão, $n=3$) na superfície-ES e no fundo-EF, de janeiro/2003 a março/2005.

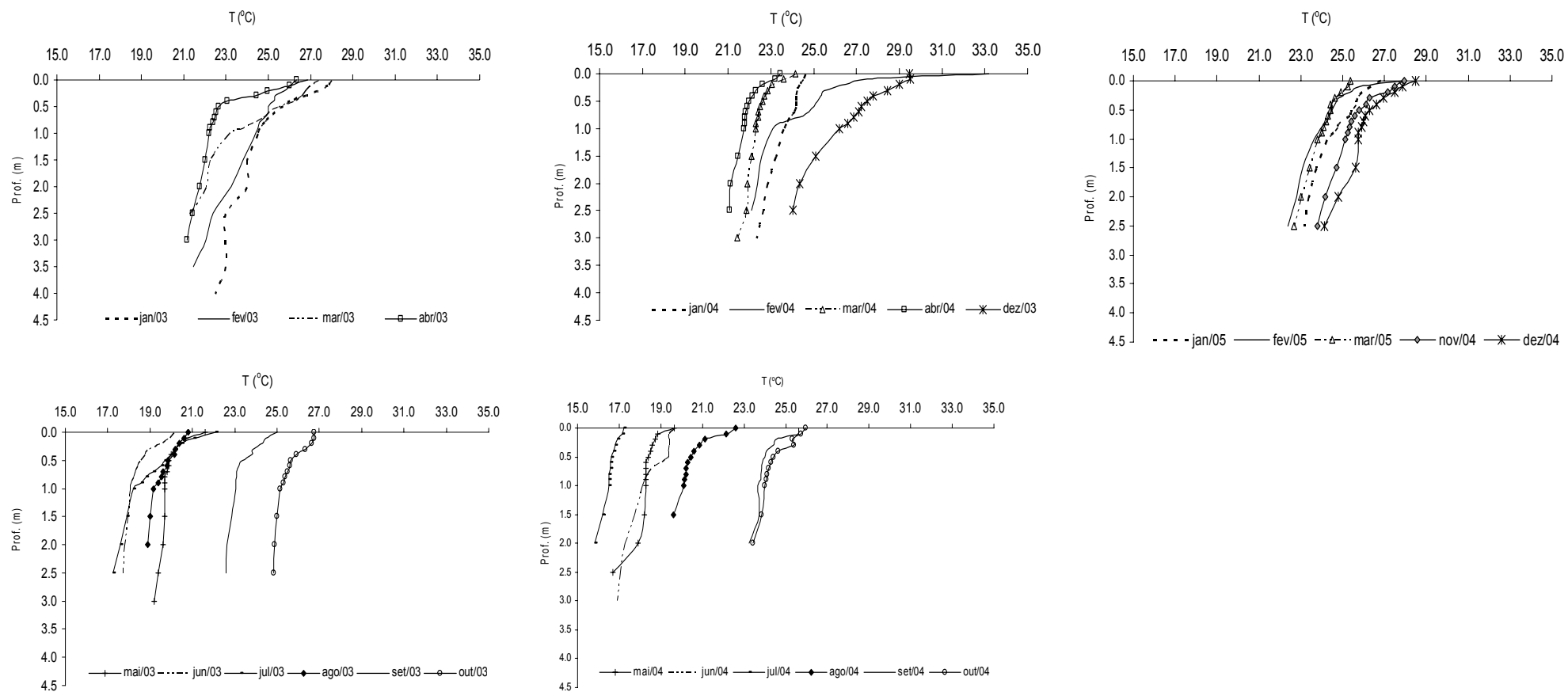


Figura 16 - Perfis verticais da temperatura da água no período chuvoso e seco de janeiro/2003 a março/2005 na lagoa do Óleo.

5.1.6.6 pH

As médias dos valores mensais de pH foram estatisticamente diferentes em relação à sazonalidade e também quanto às profundidades (ES e EF). Os valores apresentaram-se entre 4,65 (outubro/2004) e 5,81 (dezembro/2003) na água da superfície (ES), com valor médio de $5,32 \pm 0,30$ (DP). No fundo, a média foi de $5,00 \pm 0,75$ (DP), com oscilações mais pronunciadas, sendo o pH mais baixo medido em outubro/2004 e o mais elevado em dezembro/2003, respectivamente 3,58 e 6,14 (Figura 17 e Tabela VII em Anexos).

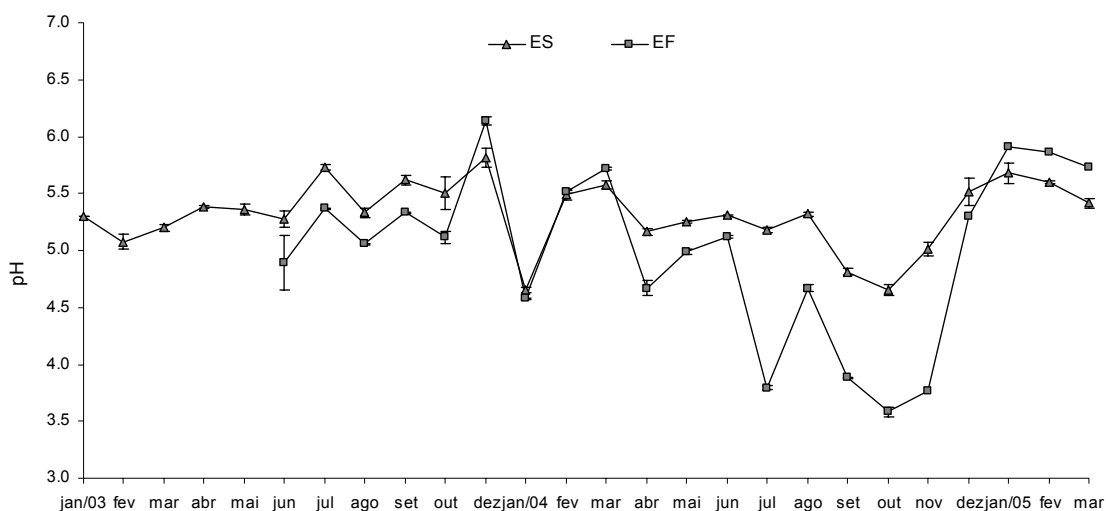


Figura 17 - Valores médios (n=3) e desvios-padrão do pH da água da lagoa do Óleo na superfície-ES (Δ) e no fundo-EF (\square) da lagoa do Óleo, de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.7 Condutividade Elétrica da Água

Os valores médios de condutividade elétrica da água da lagoa do Óleo foram bastante reduzidos, variaram de 11 ± 7 (DP) $\mu\text{S cm}^{-1}$ na superfície (ES) e 18 ± 20 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no fundo (EF), apresentando diferença significativa entre as profundidades. Houve também diferença estatística significativa sazonalmente, quando a condutividade apresentou valores mais elevados no período de chuva,

com destaque para fevereiro/2003 ($34 \mu\text{S cm}^{-1}$), março/2004 ($22 \mu\text{S cm}^{-1}$) e janeiro/2005 ($24 \mu\text{S cm}^{-1}$) na superfície, e no fundo para dezembro/2003 ($66 \mu\text{S cm}^{-1}$), março/2004 ($52 \mu\text{S cm}^{-1}$) e fevereiro/2005 ($68 \mu\text{S cm}^{-1}$) (Figura 18 e Tabela VIII em Anexos).

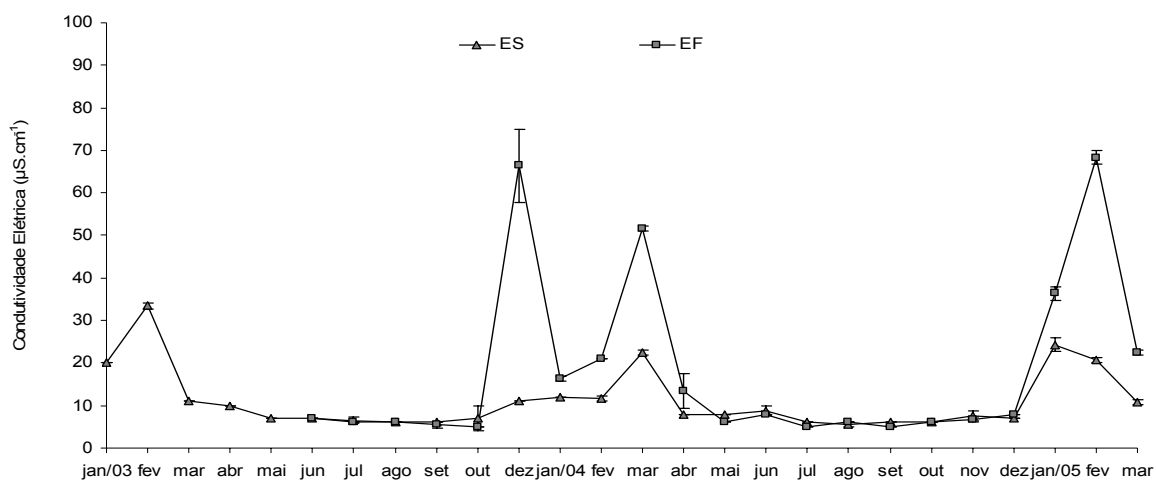


Figura 18 - Valores médios ($n=3$) e desvios-padrão da condutividade elétrica da água da Lagoa do Óleo na superfície-ES (Δ) e no fundo-EF (\square), de janeiro/2003 a março/2005.

Considerando os dados obtidos pela relação entre o regime de pulso do rio Mogi-Guaçu e os resultados dos perfis de condutividade elétrica (Tabela 5 e Figura 19) admitiu-se que a partir da vazão de $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ haja infiltração significativa de água para a lagoa, que pode ser detectada por determinação da condutividade elétrica (Figura 20).

Tabela 5 – Perfis de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de janeiro/2003 a março/2005 na lagoa do Óleo.

Conductividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)																										
2003		2004												2005												
Prof. (m)	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
0,0	20	32	11	13	8	8	7	7	6	10	12	14	15	25	8	8	15	9	9	13	7	13	7	20	19	11
0,5	20	61	11	11	8	7	6	6	6	6	12	12	12	24	9	8	6	5	5	5	5	6	8	52	30	11
1,0	30	66	10	18	8	7	6	6	5	5	27	14	23	37	9	8	6	5	5	5	5	6	8	46	50	25
1,5	35	53	19	22	8	7	6	6	5	5	49	16	21	52	13	7	8	5	6	5	5	6	8	36	68	22
2,0	45	58	43	17	8	7	6	6	6	6	66	17	26	43	26	6	7	5		8	6	7	11	31	75	18
2,5	60	63	81	14	7	7	11		7	13	86	12	36	41	66	5	7					16	117	33	85	54
3,0	80	72	109	20	7							22		37			17						41	42		
3,5	80	52																								
4,0	75																									

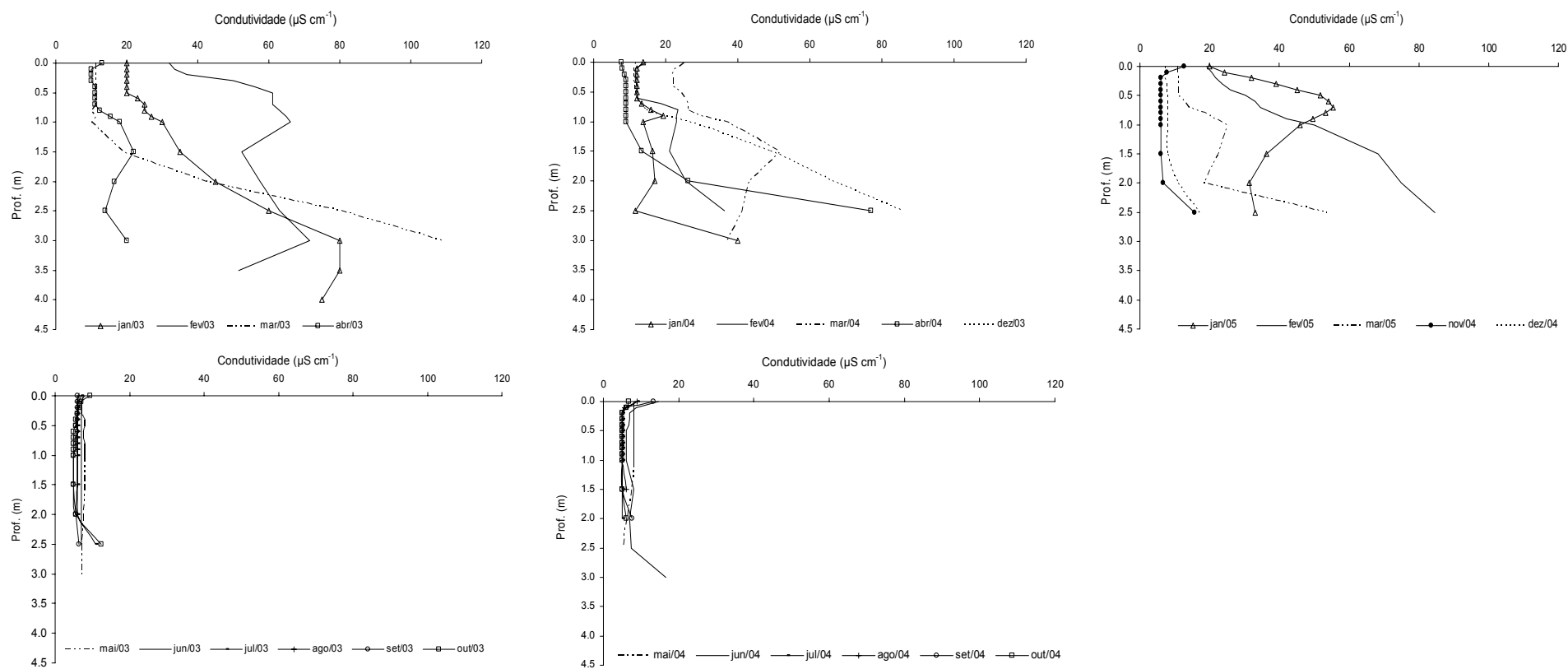


Figura 19 – Perfis verticais de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) no período chuvoso e seco na lagoa do Óleo, de janeiro/2003 a março/2005.

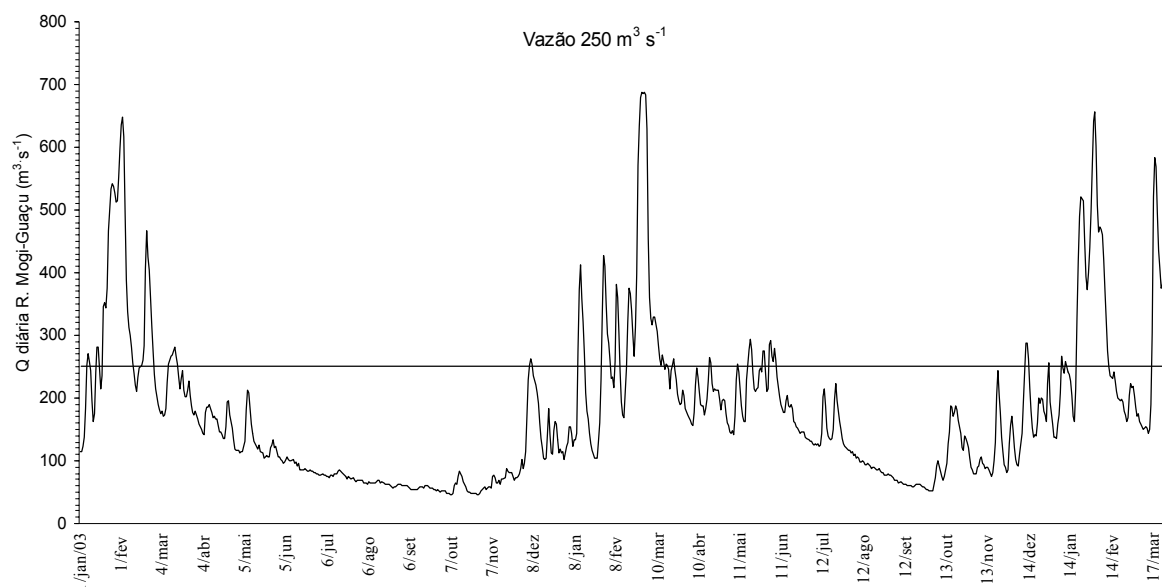


Figura 20 - Vazões médias diárias do rio Mogi-Guaçu ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) de janeiro/2003 a março/2005 e simulação do nível de infiltração subterrânea para a lagoa do Óleo.

5.1.6.8 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de OD foram estatisticamente diferentes em relação à sazonalidade e também quanto às profundidades (ES e EF). As concentrações de OD na superfície (ES) variaram de 1,69 a 7,90 mg l^{-1} , sendo os menores valores determinados em fevereiro/2003 e janeiro/2005 (1,69 e 2,30 mg l^{-1} , respectivamente) e os mais elevados em fevereiro e abril/2004 (7,23 e 7,90 mg l^{-1} , respectivamente). No fundo, as concentrações de OD variaram de 0,88 (janeiro/2005) a 6,56 mg l^{-1} (agosto/2003), sendo que nos meses de janeiro a maio/2004 e dezembro/2004 a março/2005 (período de chuva) os valores ficaram abaixo de 4 mg l^{-1} . No período de seca, principalmente em junho, agosto, setembro e outubro/2003 e nos meses de junho, agosto e setembro/2004, as concentrações de OD no fundo foram superiores às concentrações na superfície (Figura 21 Tabela

IX em Anexos). Os dados de saturação de O₂ estão indicados na Tabela X em Anexos.

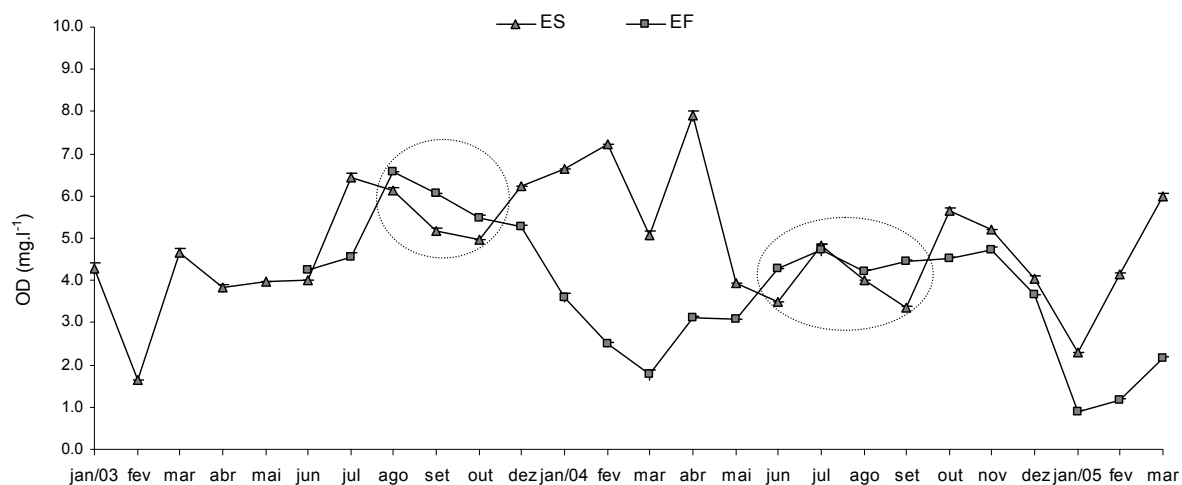


Figura 21 - Valores médios (n=2) de OD da água da lagoa do Óleo na superfície-ES (Δ) e no fundo-EF (□), de janeiro/2003 a março/2005. Nos círculos estão realçados os meses em que o OD-EF foi superior ao OD-ES.

5.1.6.9 Material em Suspensão Total, Inorgânico e Orgânico (MST, MSI, MSO):

As concentrações de MST não apresentaram diferenças significativas entre a superfície e o fundo, acusando valores médios de $8,19 \pm 6,76$ mg l⁻¹ (DP) e $8,90 \pm 7,30$ mg l⁻¹, respectivamente. Porém, sazonalmente as concentrações de MST foram estatisticamente diferentes, sendo as concentrações mais elevadas nos períodos de chuva, principalmente nos meses de fevereiro/2003, março/2004 e janeiro/2005. As concentrações de material em suspensão orgânico foram mais elevadas em todo o período de estudo (Figura 22, Tabelas XI a XIII em Anexo).

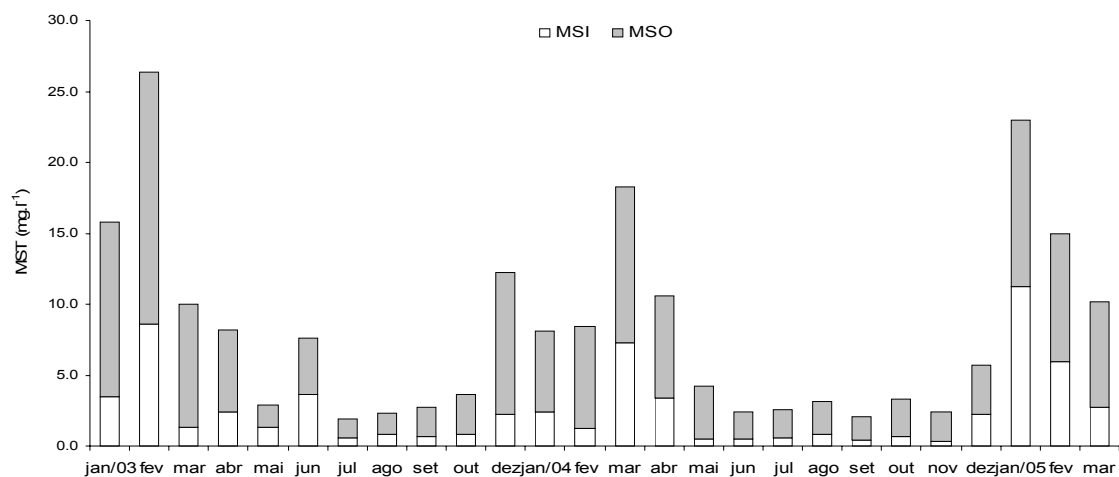


Figura 22 - Concentrações médias (n=2) de material em suspensão total (MST), fracionado em material em suspensão inorgânico (MSI) e material em suspensão orgânico (MSO) na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.10 Formas de carbono

5.1.6.10.1 Carbono Total

As concentrações de carbono total apresentaram maior fração dissolvida do que particulada durante todo o período de observação. As concentrações mais elevadas foram verificadas nos meses chuvosos, principalmente em fevereiro/2003, janeiro e março/2004 e janeiro e fevereiro/2005, apresentando diferença significativa sazonalmente (Figura 23 Tabelas XIV a XVI em Anexos).

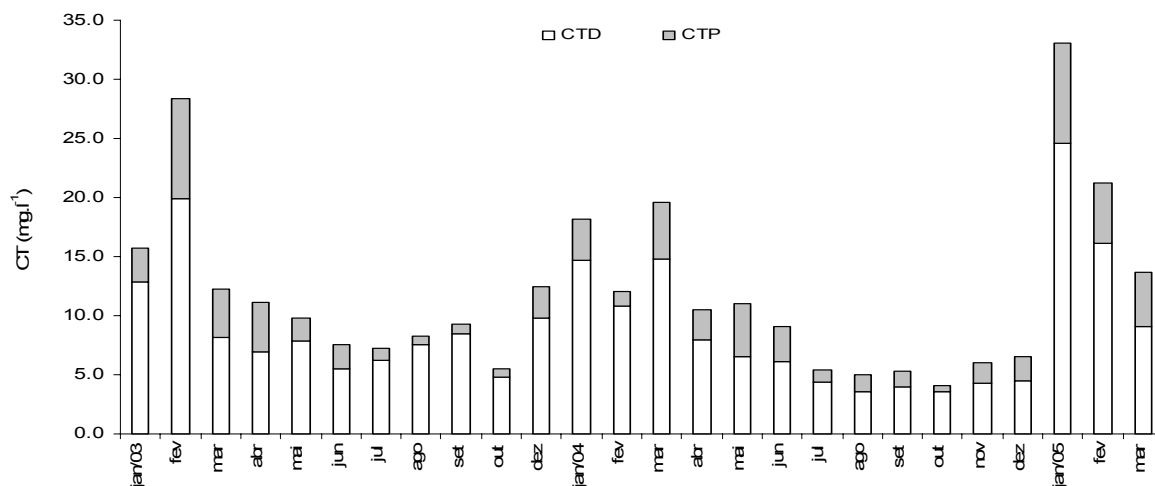


Figura 23 - Concentrações médias (n=3) de carbono total, fracionado em carbono total dissolvido (CTD) e carbono total particulado (CTP), na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.10.2 Carbono Total Dissolvido

O carbono total dissolvido apresentou maior fração orgânica do que inorgânica durante todo o período de estudo. As concentrações mais elevadas foram determinadas nos meses chuvosos, principalmente fevereiro/2003, janeiro e março/2004 e janeiro-fevereiro/2005 (Figura 24 e Tabelas XIV a XVI em Anexos).

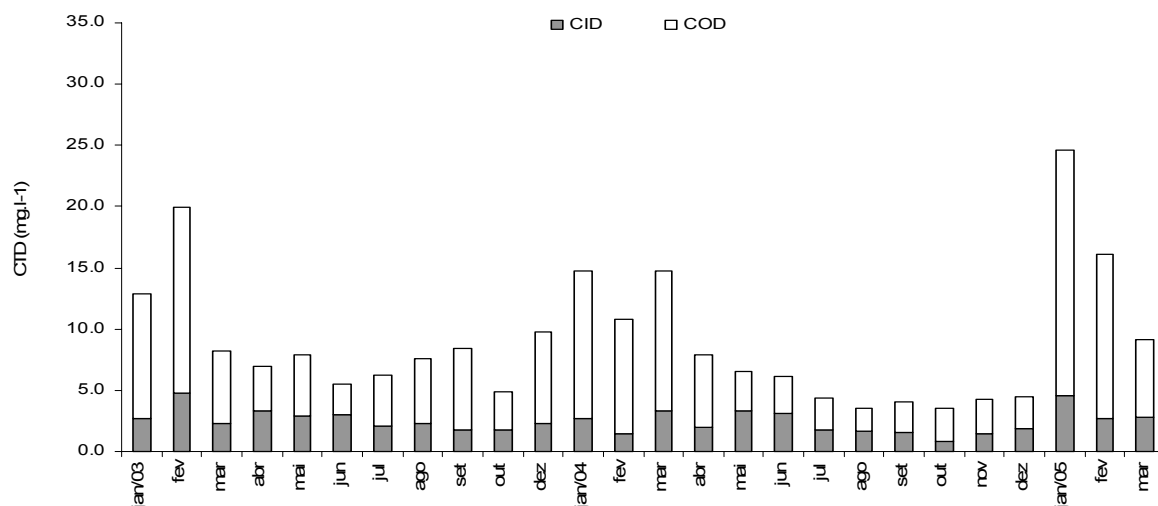


Figura 24 - Concentrações médias (n=3) de carbono total dissolvido, fracionado em carbono inorgânico dissolvido (CID) e carbono orgânico dissolvido (COD), na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.10.3 Carbono Inorgânico Dissolvido

O carbono inorgânico dissolvido da lagoa do Óleo apresentou-se predominantemente na forma de CO_2 livre, a qual representou 100% do CID nos meses de janeiro e outubro/2004. As concentrações mais elevadas foram determinadas nos meses chuvosos, principalmente em fevereiro/2003 e janeiro/2005 (Figura 25 e Tabelas XVII a XIX em Anexos).

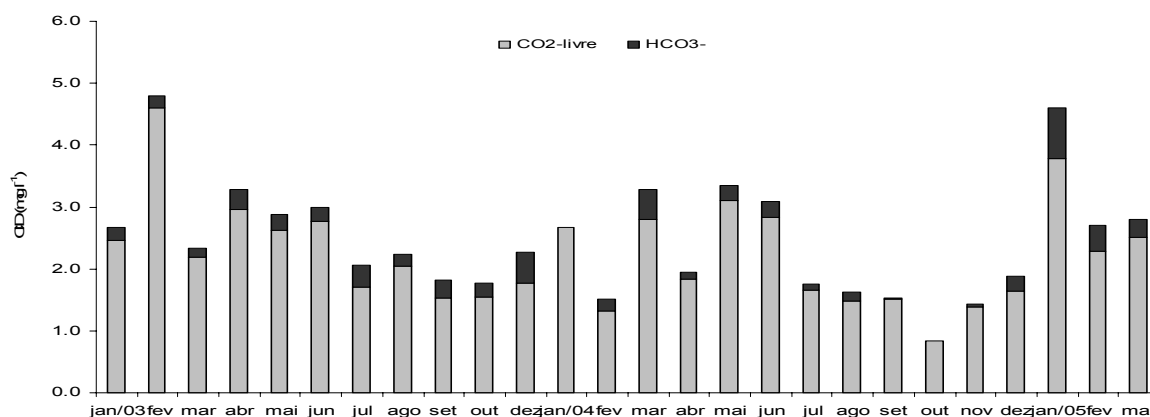


Figura 25 - Concentrações médias (n=3) de carbono inorgânico dissolvido, fracionado em CO_2 livre e HCO_3^- na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.11 Nutrientes

5.1.6.11.1 Fósforo Total (P-Ptotal)

As concentrações de fósforo total apresentaram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso, sendo os maiores valores encontrados no período chuvoso, com exceção do mês de outubro/2004 (Figura 26 e Tabelas XX a XXII em Anexos).

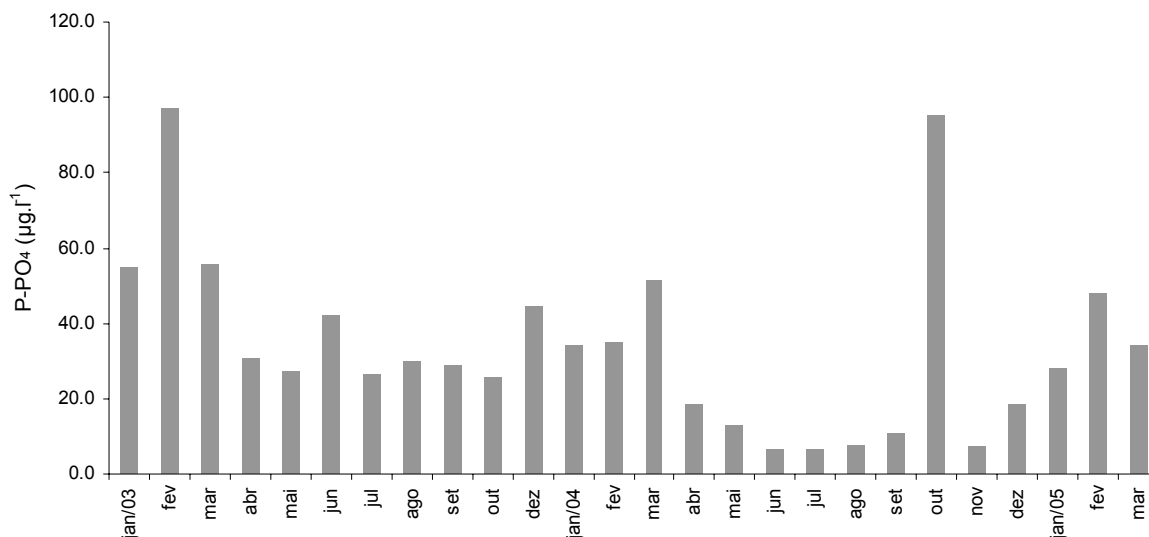


Figura 26 - Concentrações médias de P-PTotal na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.11.2 Amônio

As concentrações de amônio apresentaram diferença significativa entre o período seco e chuvoso, com os valores mais elevados, em geral, no período de maior precipitação (Figura 27 e Tabelas XX a XXII em Anexos).

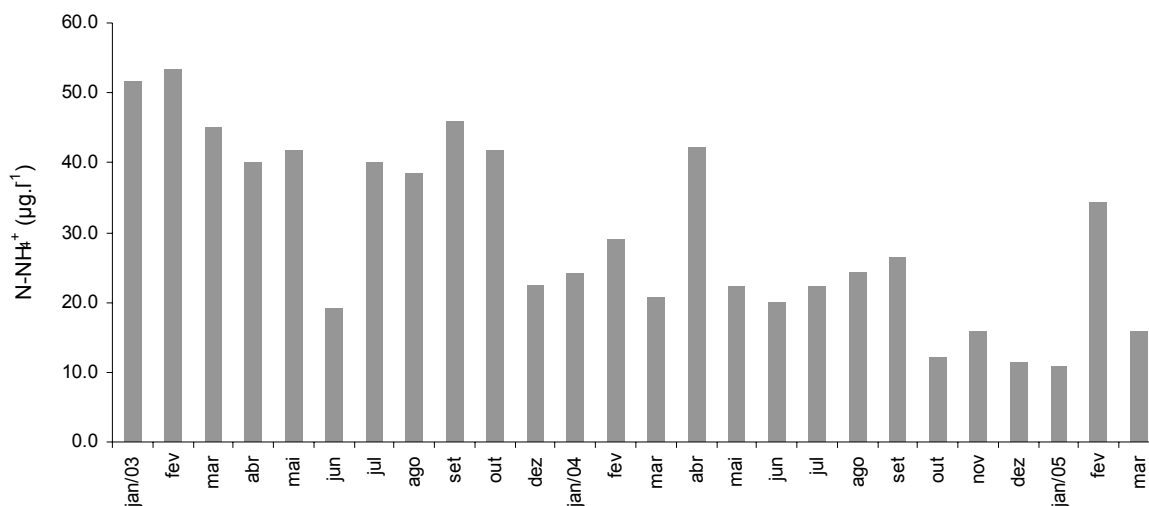


Figura 27 - Concentrações médias de N-NH₄⁺ na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.11.3 Nitrogênio Total (NTK)

As concentrações de NTK foram mais elevadas nos períodos de chuva, principalmente em fevereiro e maio/2003 e fevereiro e março/2005, apresentando diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso (Figura 28 e Tabelas XX a XXII em Anexo).

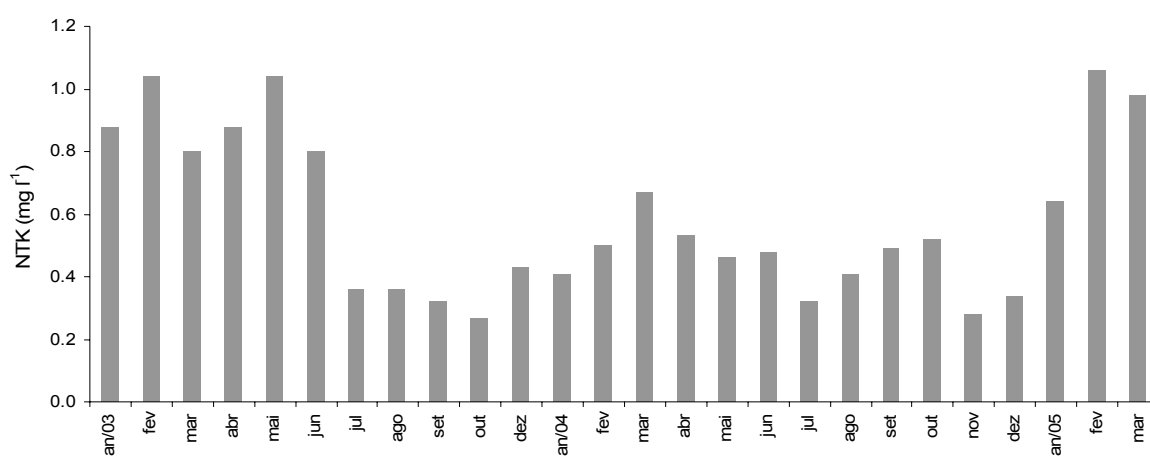


Figura 28 - Concentrações médias de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) na água da superfície (ES) da lagoa do Óleo janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.12 Íons

5.1.6.12.1 Ferro

As concentrações de ferro apresentaram diferenças significativas sazonalmente e entre as profundidades (ES e EF), os valores mais elevados ocorreram nos períodos chuvosos e no fundo (Figura 29 e Tabela XXIII em Anexos).

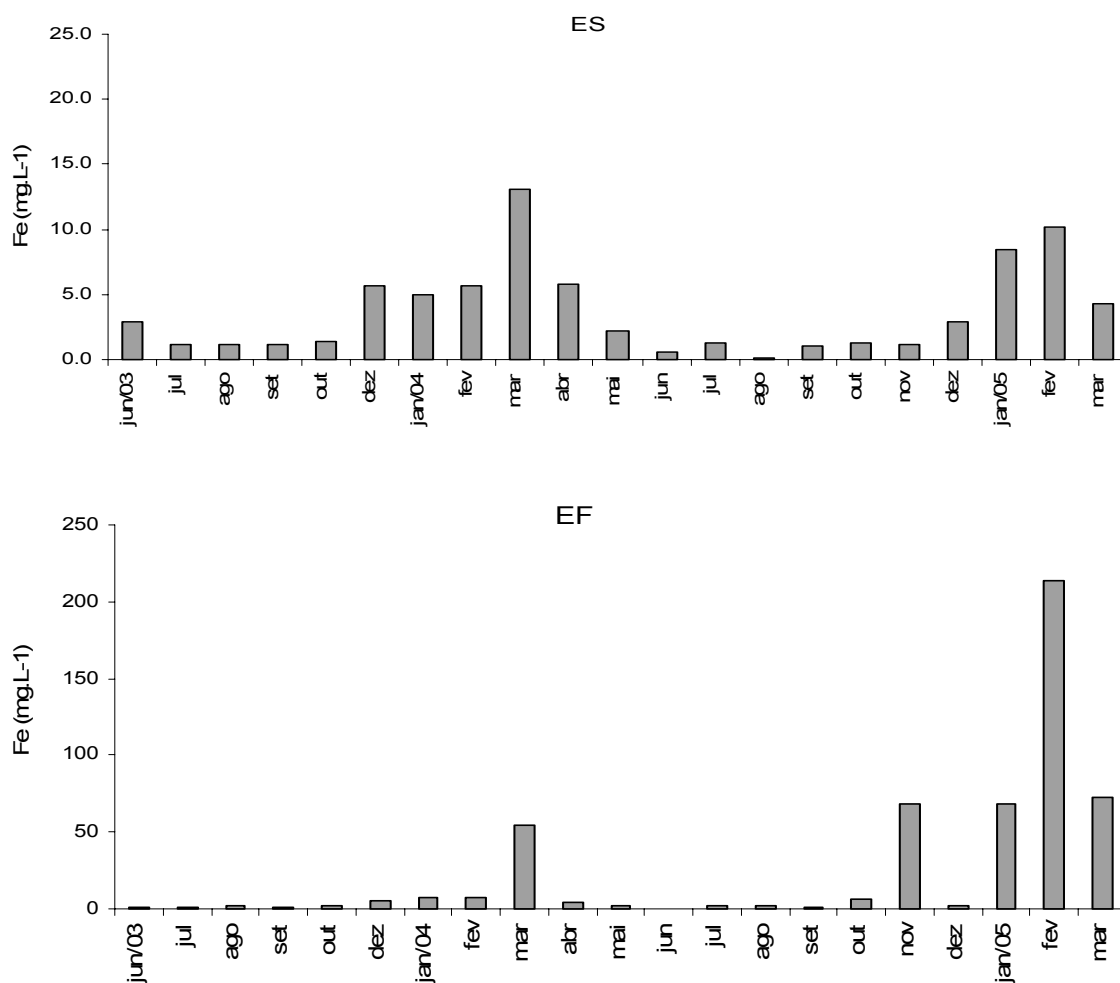


Figura 29 - Concentrações médias de ferro na água da superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.1.6.12.2 Magnésio

As concentrações de magnésio não apresentaram diferenças estatísticas significativas nem sazonalmente nem entre as profundidades. Porém, pode-se notar que nos meses de março/2004 e fevereiro/2005 houve um incremento nas concentrações desse elemento (Figura 30 Tabela XXIII em Anexos).

5.1.6.12.3 Sódio

As concentrações de sódio não apresentaram diferenças significativas sazonalmente e entre as profundidades. Contudo, as concentrações mais elevadas ocorreram geralmente nos períodos de maior precipitação (março/2004, dezembro/2004), com exceção dos meses de junho e agosto/2003 (Figura 30 Tabela XXIII em Anexos).

5.1.6.12.4 Potássio

As concentrações de potássio apresentaram diferença significativa sazonalmente, com os valores mais elevados detectados no período chuvoso (janeiro e março/2004 e janeiro-fevereiro/2005) (Figura 30 e Tabela XXIII em Anexos).

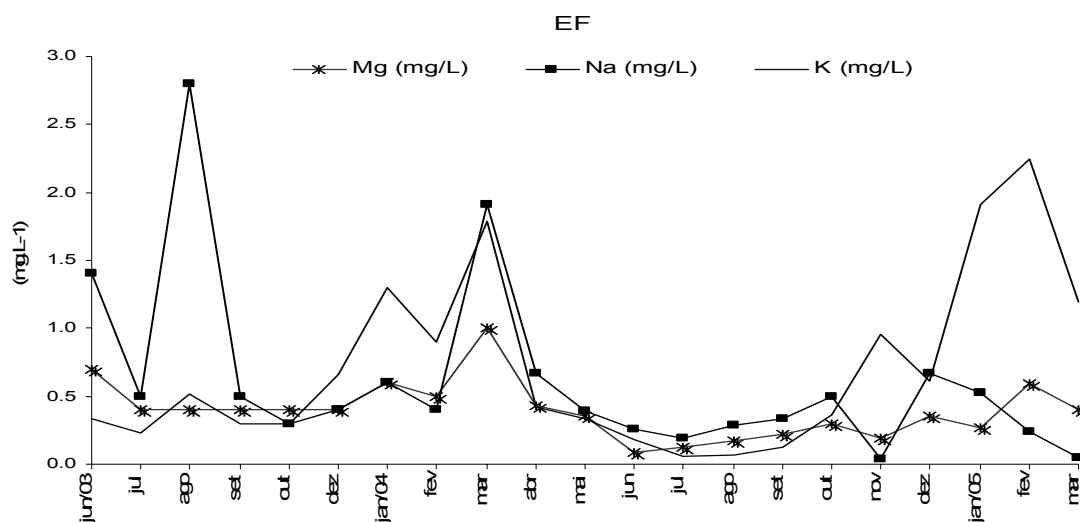


Figura 30 - Concentrações médias (n=2) de magnésio, sódio e potássio na água da superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.2 As macrófitas aquáticas

5.2.1 Produção Primária de *E. najas*

A produção de *E. najas* foi determinada distintamente em duas profundidades, na superfície e no fundo (respectivamente Tabelas XXVI e XXVII em Anexos), porém para inferir sobre a contribuição de *E. najas* para a produção de O₂ na Lagoa do Óleo, os valores das duas profundidades foram considerados conjuntamente. Nos meses de julho e agosto/2003 e de julho a setembro de 2004, devido à elevada transparência da lagoa, a produção na superfície foi considerada nula, pois não foram encontrados indivíduos nesta profundidade; ao passo que nos meses de verão, quando a transparência da água diminuiu e os ramos de *E. najas* foram encontrados preponderantemente na superfície, os valores da produção primária líquida (PPL) no fundo foram reduzidos. As análises estatísticas demonstraram diferenças significativas entre os valores da PPL tanto para superfície e fundo como sazonalmente (Figura 31 e Tabelas XXIV e XXV).

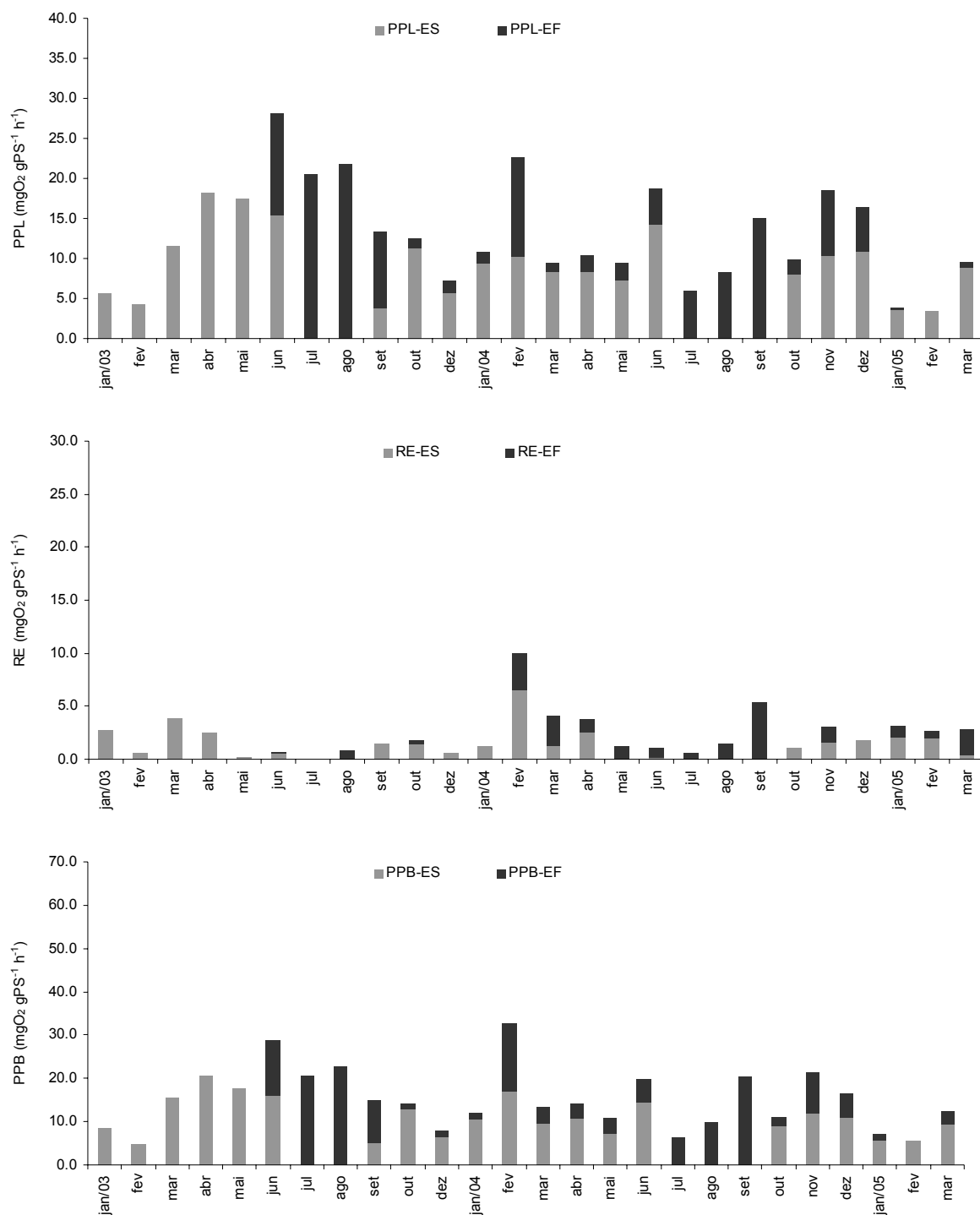


Figura 31 - Valores médios (n=3) da PPL, RE e PPB de *E. najas* incubada na superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.2.1.1 Produção Primária de *E. najas* e as variáveis abióticas

Através da regressão parcial múltipla *stepwise* (RPMS), foram selecionadas variáveis abióticas que apresentaram relação com a produção primária de *E. najas* incubada na superfície (Tabela 6) e no fundo (Tabela 7) da lagoa do Óleo, gerando equações que possibilitaram simular as variações sazonais das PPL, as quais foram relacionadas com os valores de PPL determinados por este estudo. Os coeficientes de determinação (r^2) foram obtidos a partir das regressões lineares entre os valores da PPL observados e os simulados. Foram gerados modelos para as PPL ES e EF para os períodos de seca e de cheia (ES: Tabela 6 e Figura 32; EF: Tabela 7 e Figura 33).

Tabela 6 - Modelos de produção primária líquida (PPL), de *E. najas* incubada na superfície (ES) em função das variáveis abióticas selecionadas.

Variável biótica	Variáveis selecionadas por RPMS	Coefficientes padrões da RPMS	Equações (modelos)
PPL-ES_SECA	NT	0,467	= -25,037 + 3,350*COND + 18,203*NT
	COND	0,740	
PPL-ES_CHUVA	MST	0,387	= 6,952 -0,869*MST + 2,839*CID + 8,795*NT
	NT	0,614	
	CID	0,764	

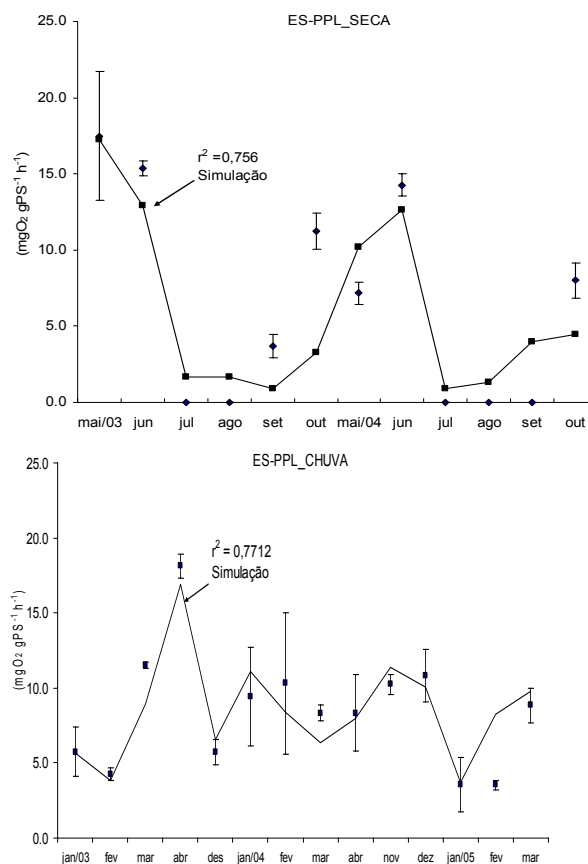


Figura 32 - Valores médios ($n=3$) e desvios-padrão da PPL de *E. najas* incubadas na superfície (ES) da lagoa do Óleo e simulações das variações sazonais (linha contínua).

Tabela 7 - Modelos de produção primária líquida (PPL) de *E. najas* incubada no fundo (EF) em função das variáveis abióticas selecionadas.

Variável biótica	Variáveis selecionadas por RPMS	Coefficientes padrões da RPMS	Equações (modelos)
PPL-EF_SECA	Na NH ₄ ⁺ K NT	0,379 0,697 0,881 0,944	= -7,332 + 4,199* NH ₄ ⁺ + 26,997*NT + 12,463*Na - 38,075* K
PPL-EF_CHUVA	Z _{DS} Z _{MAX}	0,366 0,730	= -39,084 + 8,267* Z _{DS} + 11,047* Z _{MAX}

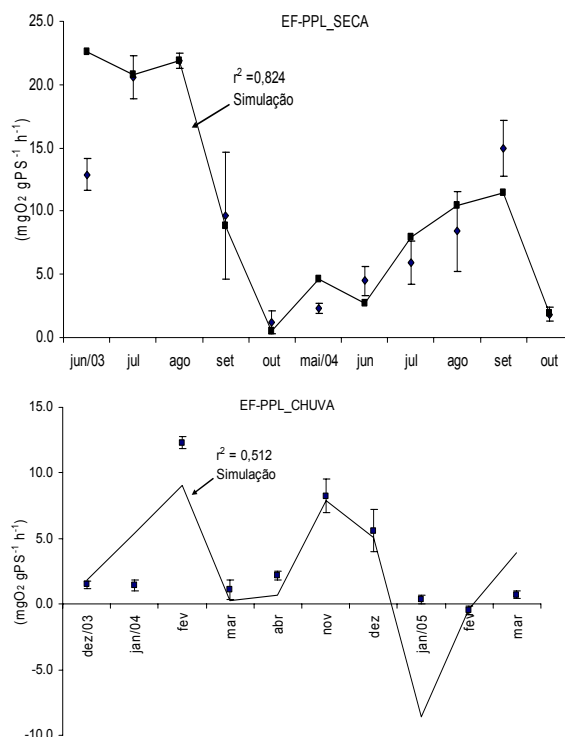


Figura 33 - Valores médios ($n=3$) e desvios-padrão da PPL de *E. najas* incubada no fundo (EF) da lagoa do Óleo e simulações das variações sazonais (linha contínua).

5.2.2 Produção Primária de *U. breviscapa*

Os resultados dos testes estatísticos demonstraram a ocorrência de diferença significativa da produção primária de *U. breviscapa* entre os períodos seco e chuvoso. As PPLs foram mais elevadas nos meses de chuva, sendo que o maior valor ocorreu em abril/2004 e o menor em novembro/2004 (37,49 e 6,67 $\text{mgO}_2 \text{ gPS}^{-1} \text{ h}^{-1}$, respectivamente) (Figura 34 e Tabela XXVIII em Anexos). Os resultados de PPB demonstraram haver uma tendência crescente nos meses de chuva.

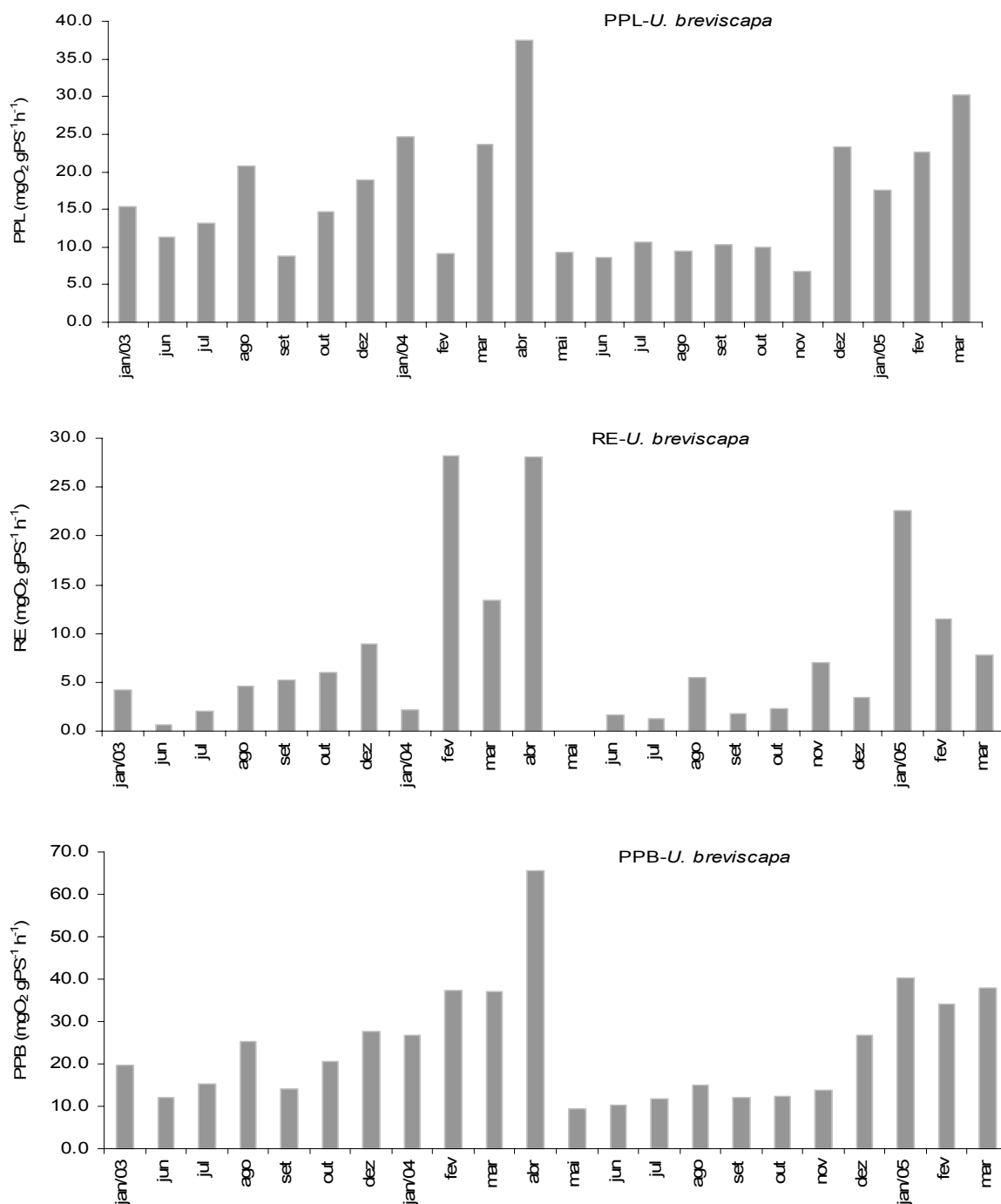


Figura 34 - Valores médios (n=3) da PPL, RE e PPB de *U. breviscapa* incubada na superfície da lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

5.2.2.1 Produção Primária de *U. breviscapa* e as variáveis abióticas

Seguindo os procedimentos descritos anteriormente para *E. najas*, através da regressão parcial múltipla *stepwise* (RPMS), foram selecionadas variáveis abióticas que apresentaram relação com a produção primária de *U. breviscapa*

incubada na superfície (Tabela 8) da lagoa do Óleo. Para esta espécie também foram produzidas simulações das variações sazonais de PPL (Figura 35).

Tabela 8 - Modelos de produção primária líquida (PPL) de *U. breviscapa* incubada na superfície (US) em função das variáveis abióticas selecionadas.

Variável biótica	Variáveis selecionadas por RPMS	Coefficientes padrões da RPMS	Equações (modelos)
PPL-US_SECA	COD	0,432	$= 5,021 + 2,185 \cdot \text{COD}$
PPL-US_CHUVA	Fe	0,786	$= 13,363 + 1,391 \cdot \text{Fe}$

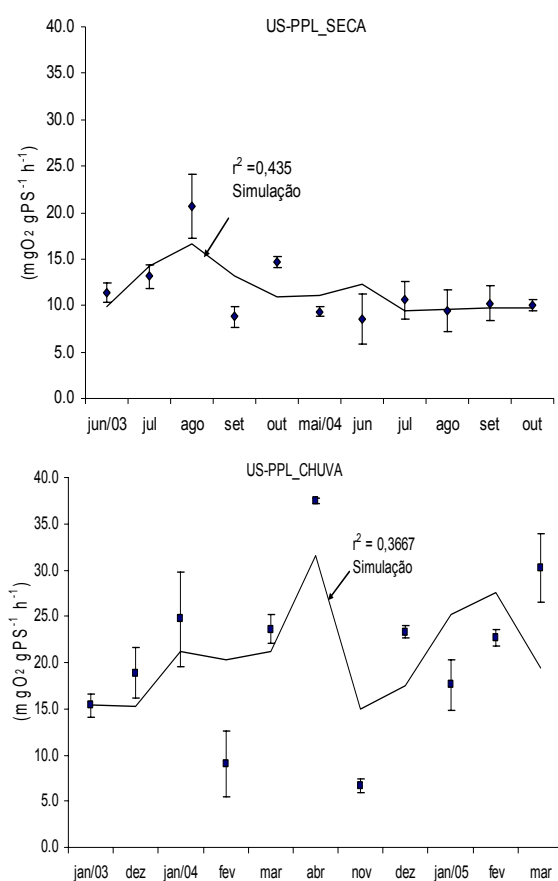


Figura 35 - Valores médios (n=3) e desvios-padrão da PPL de *U. breviscapa* incubada na superfície (ES) da lagoa do Óleo e simulações das variações sazonais (linha contínua).

6. DISCUSSÃO

A morfologia de um ambiente aquático exerce uma marcante influência em todas as características limnológicas (Von Sperling, 1999), condicionando fortemente a interação dos componentes físicos, químicos e biológicos do sistema (Schäfer, 1985). As características morfológicas de lagos e represas sofrem alterações ao longo do tempo devido ao assoreamento, clima, sedimentação e eutrofização (Von Sperling, *op.cit.*).

Os parâmetros morfométricos da lagoa do Óleo foram comparados com estudos realizados em outras lagoas da planície de inundação com diferentes níveis de conectividade com o rio Mogi-Guaçu, como a lagoa do Diogo (Krusche, 1989), a lagoa do Infernã (Nogueira, 1989; Nogueira *et al.*, 2000) e a lagoa do Mato (Camargo, 1991) (Tabela 2).

Em planícies de inundação, uma grande diversidade de ambientes aquáticos pode ser identificada devido à sua natureza ambivalente entre ecossistemas terrestres e aquáticos, resultando em um gradiente que vai dos permanentemente aquáticos aos terrestres (Junk e Welcomme, 1990). Ao lado do canal principal ocorrem variados ecossistemas lênticos com conexão temporária ou permanente com o rio (Henry, 2005). Neste contexto, as lagoas do Diogo e do Mato podem ser classificadas como parapotamon, referindo-se aos “braços mortos” do rio, com uma conexão com o canal principal em uma de suas extremidades (Henry, 2003); as lagoas do Óleo e do Infernã situam-se em

áreas mais longínquas do rio, próximas aos terraços superiores da planície de inundação, podendo ser designadas de paleopotamon, referindo-se aos meandros abandonados, desconectados do rio (Henry, 2003 e 2005).

As principais diferenças entre essas lagoas foram verificadas quanto ao volume, comprimento, área e largura, sendo que a lagoa do Diogo, que é conectada permanentemente apresentou a maior área e a lagoa do Óleo a menor. Os maiores valores de largura e volume foram encontrados na lagoa do Mato (120 m e 96.000 m³, respectivamente), inferidos a partir de levantamento batimétrico realizado no período de seca quando a Z_{max} da lagoa foi de 2,50 m, o que deve elevar ainda mais esses valores nos períodos de chuva, quando a profundidade máxima da lagoa atingiu 5,0 m (Camargo, 1991). A lagoa do Óleo apresenta um valor elevado de desenvolvimento de margem (D_L= 3,1) podendo ser considerada alongada, com contorno de margem fortemente irregular, aumentando a possibilidade de colonização por macrófitas aquáticas (Wetzel e Likens, 1991; Von Sperling, 1999). Nogueira *et al.* (2000) constataram um D_L igual a 2,2 na lagoa do Infernã, que atualmente encontra-se inteiramente coberta por macrófitas aquáticas emersas, principalmente *Scirpus cubensis*, e a lagoa do Mato apresentou um D_L de 2,3 sendo que 60 % de sua área era coberta por *Eichhornia azurea* (Camargo, 1991).

A profundidade relativa (Z_r) da lagoa do Óleo foi de 3,24 % e para a lagoa do Mato esses valores foram menores, 0,72 % (Tabela 2). Afonso (2003) realizou estudo morfométrico em três lagoas marginais do rio Paranapanema,

sendo duas com conectividade permanente e uma isolada do rio, a lagoa dos Cavalos, que foi a que apresentou maior valor de Z_r (2,30 %). Lagos com baixas profundidades relativas apresentam condições morfológicas favoráveis ao estabelecimento de circulações completas, acarretando trocas freqüentes de materiais entre a superfície e o fundo, o que propicia mistura da coluna de água (Von Sperling, 1999). O desenvolvimento de volume juntamente com a forma da curva hipsográfica (Figura 4) permitem inferir que a cavidade da lagoa do Óleo é ligeiramente côncava, com relevo de fundo não regular (Håkanson, 1981). Esse tipo de forma aumenta a exposição ao vento provocando um maior revolvimento do material de fundo (Von Sperling, 1999).

Em lagos rasos, pequenas oscilações do nível da água podem provocar grandes alterações na coluna d'água (Schäfer, 1985). A amplitude, duração e freqüência da inundação em sistemas de rio-planície de inundação dependem da quantidade e distribuição da precipitação, clima, geomorfologia, tamanho do rio e vegetação na área de drenagem (Junk e Welcomme, 1990). A precipitação pode ser considerada como uma variável-mestre nos sistemas rio-planície de inundação, determinando a ocorrência de condições ambientais distintas ao longo do ano, o que interfere nos processos ecológicos que ocorrem na planície (Ballester, 1994). As modificações das alturas pluviométricas levam ao regime de seca e inundações periódicas (Henry, 2003), possibilitando estabelecer dois períodos distintos para a região da Estação Ecológica de Jataí, um com temperatura e precipitação mais elevadas (novembro a abril) e outro mais seco

com temperaturas mais baixas (maio a outubro) (*sensu* Cavalheiro *et al.* (1990) e Ballester (1994).

As interações laterais entre o rio e a planície de inundação são extremamente importantes em rios anastomosados e, principalmente, em rios meândricos (Ward e Stanford, 1995). As lagoas de planícies de inundação que não possuem conexão permanente com o rio adjacente, geralmente se encontram em níveis mais elevados da planície, necessitando que o rio atinja uma determinada altura para que o processo de transbordamento ocorra. Outras lagoas possuem dois tipos de interações laterais: a subterrânea, por infiltração da zona hiporreica, e a superficial, pelo transbordamento do rio adjacente nos períodos de intensa precipitação pluviométrica (Henry, 2003). As lagoas do Óleo, do Infernã, do Campo e Piaba estão inseridas na zona principal de inundação do rio Mogi-Guaçu, sendo consideradas como sistemas de infiltração subterrânea, não apresentando comunicação permanente com o rio e seus tributários (Santos e Mozeto, 1992).

Vários estudos realizados na planície de inundação do rio Mogi-Guaçu demonstraram a relação entre a precipitação pluviométrica, o regime de inundação e as alterações ambientais provocadas nas lagoas marginais (Krusche, 1989; Nogueira, 1989; Camargo, 1991; Ballester, 1994). No presente estudo, verificou-se que as elevações da precipitação tiveram efeito no incremento da vazão do rio (Figura 7), sendo que as precipitações mensais acumuladas mais intensas ocorreram nos meses de janeiro/2003 e 2005 e fevereiro/2004 (Figura 8).

A profundidade da lagoa do Óleo apresentou flutuação de 1,24 m sendo influenciada principalmente pela vazão do rio Mogi-Guaçu; no entanto, a correlação entre a profundidade da lagoa e a vazão do rio ($r^2=0,63$) não foi tão elevada quanto a encontrada para a lagoa do Diogo por Krusche e Mozeto (1999) ($r^2= 0,92$), uma vez que a lagoa do Óleo não possui conexão permanente com o rio Mogi-Guaçu. Ballester (1994) reiterou haver correlação entre a profundidade da lagoa do Diogo e a vazão do rio Mogi-Guaçu, mas ressalva que a lagoa do Infernã não apresentou tal correlação. A lagoa do Infernã, localizada a 250 metros de distância do canal principal (Moschini, L.E. *inf. pess.*), pode estabelecer uma relação com o mesmo através da planície durante o período de inundação (Ballester, 1994; Simões-Filho *et al.*, 2000). Camargo (1991) verificou relação entre a precipitação de determinado mês com a profundidade da lagoa do Mato do mês seguinte, apresentando uma defasagem de aproximadamente um mês entre a precipitação e a profundidade da lagoa; no presente estudo tal relação não foi significativa ($r^2=0,43$).

Nos períodos de intensa precipitação o aumento da vazão pode ocasionar aduções superficiais de materiais nas lagoas marginais, pelo extravasamento das águas do rio. Esses aportes podem ser extremamente rápidos, ainda assim têm possibilidade de modificar intensamente as características físicas, químicas e biológicas desses ambientes (Junk *et al.*, 1989). Nesse contexto, as lagoas marginais, em períodos de seca, comportam-se como ambientes lênticos (Junk, 1980), oligotróficos e com elevada transparência da água. No período de chuvas, o escoamento superficial das áreas adjacentes e o

aporte das águas do rio aumentam a quantidade de sólidos em suspensão de origem alóctone e também de origem autóctone, tornando a lagoa, ainda que sazonalmente, como um ambiente lótico (Junk, 1980). Na fase de inundação é observada uma permuta de água, biota, nutrientes dissolvidos ou adsorvidos ao sedimento entre o canal principal do rio e os ambientes aquáticos laterais (Henry, 2005; Junk e Welcomme, 1990; Junk, 2000).

O padrão de inundação anual unimodal visualizado a partir dos dados de vazão mensal do rio Mogi-Guaçu mascara as oscilações mais pronunciadas de vazões diárias. Este evento pode ser observado pelo confronto da Figura 8, em que a máxima vazão mensal do rio foi de aproximadamente $350 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, com a Figura 7, na qual pode-se perceber picos que alcançaram até $687,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (27 de fevereiro/2004). O estudo detalhado destas vazões diárias contribui para determinar o nível de vazão do rio Mogi-Guaçu necessário para haver transbordamento do rio para a lagoa do Óleo. Visto faltar informações sobre o valor preciso desta vazão, pesquisas anteriores, observações *in situ* (H. Gomes, com. pess.) e dados da qualidade da água da lagoa permitiram simular alguns cenários (Figura 10 a, b, c).

Pesquisas desenvolvidas na planície de inundação do rio Mogi-Guaçu inferiram sobre os possíveis níveis de vazão do rio que propiciam o extravasamento para lagoas da EE Jataí. Krusche e Mozeto (1999), utilizando medidas de condutividade elétrica da água do rio Mogi-Guaçu e da lagoa do Diogo, estimaram que a descarga necessária para a entrada do rio na lagoa é de cerca de $490 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Durante o período de cheia do ano de 1987-88, essa descarga

promoveu três picos de inundação com duração aproximada de seis dias cada, o que evidencia que o período de cheia do rio caracteriza-se como um sistema de múltiplos eventos de inundação de curta duração (Krusche e Mozeto, 1999). Simões-Filho *et al.* (2000), utilizando medidas hidrográficas do rio Mogi-Guaçu, determinaram o intervalo de vazão de $538 \pm 40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para ocorrer o extravasamento lateral do rio para a lagoa do Infernã. A lagoa do Óleo é vizinha à lagoa do Infernã localizando-se a 400 m do rio Mogi-Guaçu (Moschini, L.E. *inf. pess.*).

6.1 A Problemática da Vazão de transbordamento

A utilização do programa PULSO possibilitou a geração de alguns atributos para os diferentes níveis de transbordamento do rio Mogi-Guaçu para o período de janeiro/2003 a março/2005 (Tabela 3). Dessa forma, considerando a vazão de $490 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para nível de transbordamento (Krusche, 1989) se obteve doze dias em potamofase entre janeiro e fevereiro/2003, oito dias em fevereiro e março/2004 e doze dias entre janeiro e março/2005.

Para simular a vazão proposta por Simões-Filho *et al.* (2000) foram estabelecidos três níveis de transbordamento: i) $498 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ($538 - 40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$); ii) $538 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, que corresponde ao valor médio encontrado pelos autores; iii) $578 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ($538 + 40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Para o primeiro nível, os dados foram semelhantes aos obtidos na simulação de $490 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ com diferença apenas para o ano de 2005, com onze dias entre janeiro e março em potamofase. Para $538 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ houve uma redução no número de dias em potamofase, sendo seis dias entre janeiro e

fevereiro/2003, oito dias em fevereiro e março/2004 e seis dias entre janeiro e março/2005. Para a vazão de $578 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, os períodos em potamofase foram os mesmos, variando apenas o número de dias, sendo quatro em 2003, sete em 2004 e quatro dias em 2005.

Diante da escassez de informações topográficas, a definição precisa da vazão de transbordamento é complexa, enquanto algumas variáveis abióticas apresentaram variações que sugerem inferências de um nível de transbordamento, outras sugerem outro nível. Considerando a vazão de $600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para a ocorrência do pulso de inundação, o número de dias em potamofase foi três em fevereiro/2003, sete em fevereiro e março/2004, três em janeiro e fevereiro/2005. Aparentemente, esta simulação pode ser sustentada pelos resultados obtidos no presente estudo, a começar pelos dados de condutividade elétrica na água da superfície que apresentaram níveis elevados nos meses de fevereiro/2003, março/2004, janeiro e fevereiro/2005 quando comparados aos outros meses. Dados de material em suspensão (principalmente inorgânico), carbono total, fósforo total e ferro também apresentaram acentuada elevação nos meses de fevereiro/2003, março/2004, janeiro e fevereiro/2005.

Outra constatação sugerida pela análise dos diferentes cenários (Figura 8a, b e c) é que a inundação ocorrida em 2004 apresentou um padrão unimodal com apenas um pico de vazão ocorrido no período chuvoso, com a potamofase variando apenas um dia. Porém, as vazões em 2003 e 2005 apresentaram mais de um pico (pulsos de curta duração), sendo que o número de dias em potamofase é influenciado pelo nível de transbordamento proposto; deste

modo, quanto menor a vazão de transborde, maior a quantidade de dias em potamofase em 2003 e 2005, ao passo que em níveis acima de $538 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, o número de dias em potamofase para estes anos diminui. A partir desta constatação passou-se a relacionar a duração da potamofase com os resultados das variáveis abióticas obtidas nas datas posteriores aos pulsos de inundação. Verificou-se que a concentração de carbono total encontrada no mês de fevereiro/2003 e a encontrada em janeiro/2005, foi superior à determinada em março/2004, o mesmo padrão foi notado para as concentrações de NTK, MST, P total. Com base nestas argumentações, infere-se que vazão em torno de $500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ seja suficiente para que a conexão superficial entre o rio e a lagoa do Óleo se estabeleça.

Ballester (1994) ressalta que uma vazão de cerca de $510 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ é suficiente para inundar a área da lagoa do Diogo, enquanto que este valor sobe para algo em torno de $750 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ para a lagoa do Infernã. No período compreendido neste estudo, a intensidade máxima alcançada pelo rio foi $687 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ no dia 27 de fevereiro/2004, o que pela inferência de Ballester não teria provocado a inundação da lagoa do Infernã, muito menos a do Óleo que é mais distante em relação ao rio Mogi-Guaçu.

Diante do exposto não há ainda informações suficientes para relacionar diretamente (numericamente) o nível de transbordamento com as repercussões do evento da inundação sobre as variáveis físicas, químicas e bióticas da lagoa, ou seja, embora se estabeleçam as causas e efeitos da inundação, o nível de transbordamento não pode ser utilizado como índice preciso desse evento. Não

está sendo considerado nesta problemática o efeito das águas subterrâneas, que será tratado posteriormente.

6.2. Variáveis físicas e químicas da lagoa do Óleo

A análise estatística para verificar a existência de sazonalidade dos resultados não apresentou diferença significativa, sendo realizada uma MANOVA sobre o conjunto total dos dados, ou seja, para todas as variáveis abióticas (ES, EF, US). Porém, através da ACP (Figura 11) constatou-se a existência de sazonalidade pois a maioria dos meses do período seco ficou agrupada do lado esquerdo, o que, através das variáveis abióticas selecionadas no Fator 1 (Tabela 4), demonstrou que, com exceção da Z_{DS} que aumenta neste período, os outros parâmetros diminuem e ainda que a temperatura ordenou os meses do período seco no quadrante esquerdo inferior (Fator 2).

A transparência da água da lagoa (Z_{DS}) do Óleo foi uma variável que indicou intensa distinção entre os períodos seco e chuvoso apresentando nítido padrão sazonal, com transparência até o fundo da lagoa em alguns meses do período seco e drástica diminuição da transparência no período chuvoso. Para esta lagoa o mesmo padrão sazonal de Z_{DS} foi constatado por Cunha-Santino (2003) que determinou a maior profundidade de desaparecimento do disco de Secchi na estação seca (3,5 m) e a menor no período chuvoso (0,5 m). Costa (2000) estudando três lagoas marginais com diferentes graus de conectividade com o rio Paranapanema, verificou que a Lagoa dos Cavalos, que conforme citado anteriormente não apresenta conexão permanente com o rio, apresentou

Z_{DS} até o fundo no período seco, e no período chuvoso apresentou valores médios de Z_{DS} igual a 0,50 m.

Assim como a Z_{DS} , o coeficiente de atenuação vertical da RFA (K_d) e a Z_{eu} também refletiram a variação sazonal da radiação subaquática da lagoa, sendo influenciados principalmente pelo teor de material em suspensão. O K_d é condicionado pela densidade de organismos clorofilados, pela concentração de substâncias dissolvidas, principalmente substâncias húmicas e em suspensão na água (colóides); o K_d e a I_0 são os principais fatores que determinam a quantidade de energia de uma determinada profundidade na coluna d'água (Esteves, 1988). Deste modo, observou-se que na estação seca os valores da Z_{eu} foram maiores e os K_d menores (Figura 12). Os valores mais elevados de K_d foram verificados nos meses em que houve o aporte das águas do rio Mogi-Guaçu para a lagoa do Óleo, que foram os meses de fevereiro/2003, março/2004 e janeiro e fevereiro/2005. No mês de dezembro/2003 o K_d apresentou acentuada elevação, podendo ser decorrência das elevadas precipitações, o que provocou forte turbulência. Neste mês, a zona eufótica também apresentou comportamento atípico, sendo mais reduzida que a Z_{DS} , provavelmente devido às mesmas interferências.

No período chuvoso as concentrações de material em suspensão foram mais elevadas e este material apresentou maior fração orgânica do que inorgânica. Resultados semelhantes foram encontrados por Rocha *et al.* (2000) para o mesmo ambiente, determinando maior proporção de fração orgânica dos sólidos em suspensão. Porém nos meses em que houve o transbordamento do

rio Mogi-Guaçu (fevereiro/2003, março/2004 e janeiro/2005), foi verificado um incremento da fração inorgânica, proveniente das águas do rio. As maiores contribuições de matéria orgânica no material em suspensão indicam, possivelmente, a ressuspensão dos sedimentos da lagoa, que devido à abundante presença de macrófitas aquáticas possuem elevados teores de matéria orgânica (Bitar, 2003), conforme determinado por Pezzato (*em prep.*) que encontrou teores de matéria orgânica no sedimento da lagoa do Óleo em torno de 25% (Peso Seco). Estudo envolvendo os sedimentos das lagoas do Infernã e Diogo quanto ao teor de matéria orgânica, classificou o da lagoa do Infernã como orgânico (> 10 % Peso Seco) e o da lagoa do Diogo (< 10 % Peso Seco) como mineral, em razão do maior ou menor aporte de fragmentos vegetais de origem autóctone e alóctone (Andrade *et al.*, 1993). Em 1987 e 1988 os sedimentos da lagoa do Infernã encontravam-se pobremente consolidados, essa característica foi atribuída ao elevado conteúdo de matéria orgânica (> 20 % Peso Seco) do sedimento, a qual adsorve grande quantidade de água (Suzuki e Esteves, 2000a). Devido ao fato dos sedimentos serem pobremente consolidados, estes são facilmente sujeitos a distúrbios físicos, movimentos de água e à bioturvação (Suzuki e Esteves, *op. cit.*).

Os valores de temperatura da água da lagoa do Óleo apresentaram diferenças significativas entre o período seco e chuvoso, variando de 17,2 °C (período seco) a 29,5 °C (período de chuvas) na superfície, e de 15,8 °C (período seco) a 25,6 °C (período de chuvas) no fundo da lagoa. Esta variação sazonal foi também verificada por Cunha-Santino (2003) que encontrou valores de 17,4 °C

na estação seca e 30,1 °C na estação chuvosa. Wisniewski *et al.* (2000) encontraram valores médios em torno de 17,5 °C em junho e julho/1996 na mesma lagoa. Na lagoa do Infernã, a temperatura da lâmina d'água superficial no estande de *S. cubensis* e *E. azurea* mostrou-se em média 2 °C mais elevada que a camada correspondente na região limnética. Na região litorânea, a circulação da massa d'água fica prejudicada pois as macrófitas funcionam como barreira para a ação do vento, diminuindo a turbulência, observando-se maior aquecimento da camada superficial acima dos estandes, conseqüentemente os estratos mais profundos apresentam-se mais frios, ocorrendo estratificações térmicas ao longo da coluna de água, o que pode variar 5,5°C entre a superfície e o fundo (Nogueira *et al.*, 2000). A análise dos perfis de temperatura (Figura 16) indicou que, em geral, no período chuvoso ocorreram estratificações mais pronunciadas que no período seco, com variações de até 11 °C (fevereiro/2004) entre a superfície e o fundo.

A exemplo de outras lagoas desta planície de inundação, a lagoa do Óleo caracteriza-se por apresentar baixos valores de pH, tanto na superfície (de 4,6 a 5,8) como no fundo (de 3,6 a 6,1), em conformidade com os resultados obtidos para a mesma lagoa por Cunha-Santino (2003) que relatou valores de pH variando de 4,23 a 6,20 na superfície e 4,78 a 5,8 na profundidade de 3,0 metros. Wisniewski *et al.* (2000) estudaram a lagoa do Óleo e mais cinco lagoas marginais da EE Jataí, e obtiveram os valores de pH igual a 6,15 na região litorânea e 7,36 na região pelágica em junho e julho/1996; as outras lagoas apresentaram valores de pH entre 5,40 (lagoa Piaba) e 7,08 (lagoa Quilômetro).

A lagoa do Infernão apresentou valores médios de pH na estação seca igual a 5,7 e na estação chuvosa 5,6 (Suzuki e Esteves, 2000b). A variação do pH na lagoa do Infernão foi atribuída à fase do ciclo de inundação, sendo os valores mais elevados encontrados na cheia e vazante e os menores na enchente e estiagem (Nogueira *et al.*, 2000).

Para a lagoa do Óleo, pode-se atribuir os baixos valores de pH, em parte, ao acúmulo e decomposição de matéria orgânica autóctone (*e.g* macrófitas) e alóctone no sedimento, que eleva a produção de CO₂, acidificando o meio pela formação do ácido carbônico (H₂CO₃) (Cunha-Santino, 2003). Os valores mais reduzidos foram verificados geralmente nos meses de seca, possivelmente pela adução de detritos de macrófitas aquáticas, além do mês de janeiro/2004, provavelmente pela adução de detritos alóctones. Outros autores observaram padrão semelhante do pH, relacionando os valores mais elevados no período chuvoso ao ciclo hidrológico e à entrada de águas mais tamponadas neste período (Nogueira, 1989; Camargo, 1991). Petrucio (1998), estudando os sistemas de lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ), atribui os baixos valores de pH da lagoa Comprida ao elevado aporte de matéria orgânica (proveniente da região de restinga adjacente) na forma de ácidos húmicos e fúlvicos. Estudos limnológicos realizados em 15 lagos do Vale do Rio Doce averiguaram que concentrações elevadas de matéria orgânica particulada (de origem alóctone e autóctone) propiciaram condições para intensos processos de decomposição, sendo que os meios variaram de levemente ácido (5,9) a neutro (7,0) (Tundisi *et al.*, 1997). Em

estudo desenvolvido em lagoas laterais ao rio Paranapanema, não se detectou variação do pH em relação às diferentes lagoas nem quanto ao período de estudo, resultando em uma média de pH igual a 6,8 (Costa, 2000). Os baixos valores de pH determinados para a lagoa do Óleo durante o período considerado induziram o predomínio das formas “livres” de carbono inorgânico (CO_2 e H_2CO_3^-), conforme verificado em estudos pretéritos (Cunha-Santino, *op. cit*). Nesse contexto, ressalta-se que os sistemas aquáticos da EE Jataí possuem baixa capacidade de neutralização de ácidos, com baixo poder tampão (Santos e Mozeto, 1992).

Os valores de condutividade elétrica da água da lagoa do Óleo ficaram em torno de $10 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ durante todo o período deste inventário, com exceção dos meses de fevereiro/2003, de dezembro/2003 no fundo, de março/2004 e janeiro e fevereiro/2005 (Figura 18), apresentando estreita relação com os pulsos de inundação do rio Mogi-Guaçu. Wisniewski *et al.* (2000) encontraram valores de condutividade entre 10 e $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em seis lagoas da EE Jataí, sendo que na lagoa do Óleo a condutividade foi igual a $20 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Os valores de condutividade elétrica da lagoa do Óleo registrados por Cunha-Santino (2003) oscilaram entre 11 e $35 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. A autora atribui os maiores valores à lixiviação de espécies químicas ionizadas de origem alóctone, decorrentes das inundações, das enxurradas e das infiltrações. Na lagoa do Infernã, os maiores valores de condutividade foram encontrados nos períodos de cheia, sendo estes atribuídos ao aporte de substâncias alóctones (Nogueira *et al.*, 2000; Suzuki e Esteves, 2000a, b). Na lagoa dos Cavalos as

precipitações do período chuvoso, parecem propiciar incremento de íons, aumentando a condutividade elétrica em decorrência da elevação do nível de água na lagoa, conseqüente “afogamento” da vegetação enraizada e liberação de íons via decomposição (Costa, 2000). No período de chuvas, a maior turbulência pode provocar a ressuspensão dos sedimentos aumentando a condutividade nos estratos inferiores. Nesses estratos, devido ao processo de decomposição da matéria orgânica acumulada no sedimento, pode ocorrer elevação dos valores de condutividade devido à liberação de íons. Nesse contexto, Tundisi *et al.* (1997) verificaram valores de condutividade elétrica mais elevados no fundo da maioria dos 15 lagos estudados no Vale do Rio Doce.

Em monitoramento realizado pela CETESB no rio Mogi-Guaçu, o local de amostragem mais próximo da EE Jataí é o ponto MOGU02490 que apresentou no ano de 2003 uma condutividade média de $111 \mu\text{S cm}^{-1}$, sendo que em fevereiro/2004 e 2005 os valores encontrados foram $67,5 \mu\text{S cm}^{-1}$ e $73 \mu\text{S cm}^{-1}$, respectivamente (São Paulo, 2004, 2005 e 2006). Os valores de condutividade do rio no período chuvoso têm sido mais reduzidos do que nos meses do período seco, pois nessa época ocorre um efeito diluidor dos íons; porém nas lagoas os valores de condutividade são mais elevados neste período, conforme verificado para as lagoas do Diogo e Infernã (Krusche e Mozeto, 1999; Ballester, 1994). Valores elevados de condutividade elétrica, verificados somente no fundo da lagoa, não apresentaram relação com os períodos de inundação, porém além do predomínio da decomposição neste estrato, sugerem a ocorrência de infiltração subterrânea nesta lagoa, conforme verificado por Ballester (1994) para a lagoa

do Infernã. A mesma autora encontrou relação linear entre a condutividade e a concentração de ΣCO_2 , indicando que o sistema de carbonatos tem papel fundamental na determinação do balanço de íons desse sistema.

A partir da observação dos dados de condutividade no fundo da lagoa do Óleo durante o período deste estudo, foram constatados três meses em que os valores aumentaram de forma discrepante, em março/2003, dezembro/2003 e dezembro/2004 (Tabela 5). Desse modo, através da determinação das vazões correspondentes a esses meses ou imediatamente anteriores, foi proposta a vazão do rio Mogi-Guaçu de $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, a partir da qual ocorre a infiltração subterrânea para a lagoa (Figura 20).

Os pulsos de inundação do rio Mogi-Guaçu influenciaram os valores de oxigênio dissolvido na superfície, apresentando quedas acentuadas nos meses em que este processo ocorreu (fevereiro/2003, março/2004 e janeiro/2005). No entanto, as maiores concentrações de OD nesta profundidade foram registradas no período chuvoso. Na água do fundo da lagoa houve também depleção dos valores de OD nos meses do “pulso”, porém ocorreu um processo inverso ao verificado na superfície, pois os valores mais elevados foram identificados no período seco. Através de observações de campo, notou-se que os bancos de *E. najas* ficaram predominantemente na superfície no período chuvoso, podendo contribuir para as concentrações mais elevadas de OD na superfície, aliada à turbulência causada pela precipitação nesta época; já no período seco, quando a transparência da água é elevada, os estandes de *E. najas* se encontraram no fundo, contribuindo para a oxigenação da água neste estrato. Cunha-Santino

(2003) registrou valores mais elevados de OD geralmente no período do inverno como consequência de processos biológicos de assimilação, como a produção primária, atribuindo as baixas concentrações do período chuvoso à diminuição da saturação de OD e ao favorecimento dos processos metabólicos de decomposição, ambos em função do aumento da temperatura, e ainda, à adução de matéria orgânica alóctone.

O carbono total apresentou padrão inverso ao verificado para as concentrações de OD no fundo da lagoa (EF, $p < 0,0001$, ao nível de significância $\alpha = 0,050$), o que demonstra sincronicidade entre os processos de produção e assimilação, apresentando valores reduzidos no período de seca e elevando-se no período chuvoso, com aumento acentuado nos meses de “pulso” (fevereiro/2003, março/2004 e janeiro e fevereiro/2005). Na superfície também houve relação significativa entre as concentrações de CID e OD (ES, $p = 0,001$ ao nível de significância $\alpha = 0,050$), conforme pode ser observado na Figura 36 que evidencia também a influência dos pulsos de inundação ocorridos em fevereiro/2003, março/2004 e janeiro e fevereiro/2005. Segundo Neiff (1999), no começo da potamofase ocorre um esgotamento do oxigênio e aumento do CO_2 . Os aportes de matéria orgânica das áreas adjacentes provocam diminuições das concentrações de oxigênio e conseqüentemente aumentos das concentrações de CO_2 , devido à oxidação da matéria orgânica (Ballester, 1994).

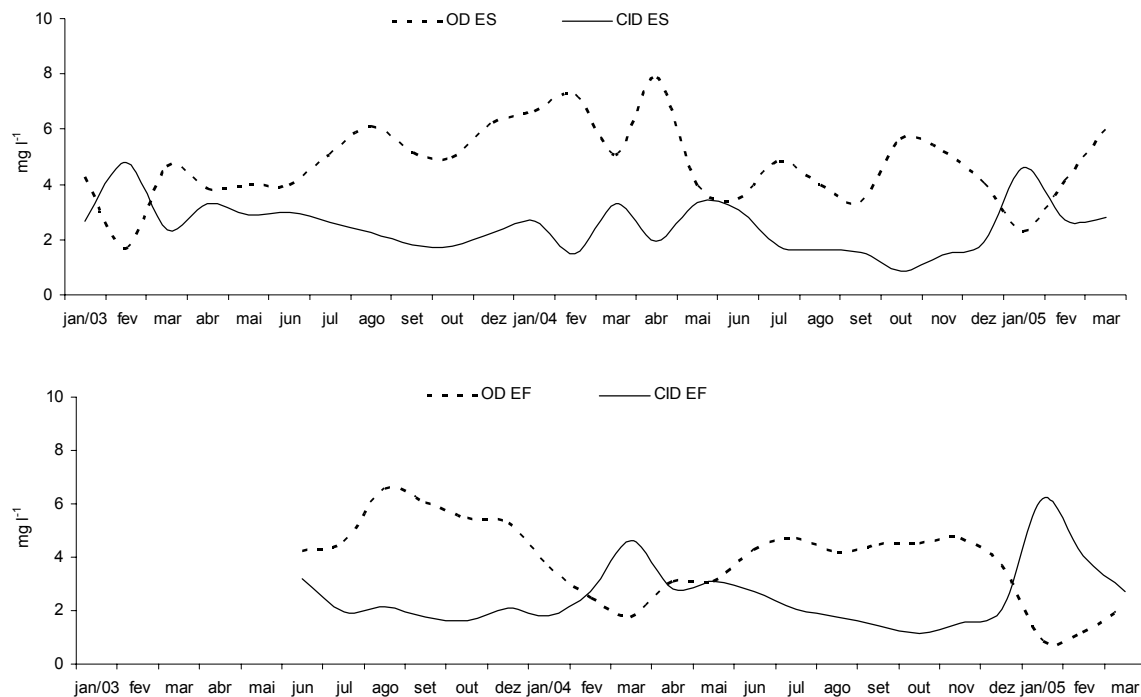


Figura 36 – Concentrações de OD e CID na superfície (ES) e no fundo (EF) da lagoa do Óleo no período de janeiro/2003 a março/2005.

Os processos de enriquecimento das lagoas marginais durante a fase chuvosa e de inundação em decorrência do aporte de matéria orgânica e em consequência da ressuspensão dos sedimentos têm sido usualmente registrados (Nogueira, 1989; Krusche, 1989; Camargo, 1991; Simões-Filho *et al.*, 2000). O pulso de inundação do rio Mogi-Guaçu promove um significativo enriquecimento das lagoas em termos de nutrientes e materiais particulados (Santos e Mozeto, 1992). Na lagoa do Óleo foi verificado que, assim como as concentrações de CO₂, as de fósforo total, NTK, ferro, magnésio, sódio e potássio apresentaram concentrações mais elevadas geralmente no período chuvoso, acentuando-se com os pulsos de inundação (fevereiro/2003, março/2004 e fevereiro/2005). Estudos realizados nesta planície de inundação demonstraram que determinados íons constituem-se em excelentes traçadores

da entrada das águas do rio Mogi-Guaçu na lagoa do Diogo, entre eles o K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} (Krushe, 1989; Santos e Mozeto, 1992).

Em outubro/2004 foi verificada uma atípica elevação da concentração de fósforo total, que pode ser devido à lixiviação de *E. azurea*, que se apresentava em acentuado processo de decomposição. A magnitude das mudanças na qualidade da água durante a potamofase depende das características dos pulsos (Hamilton *et al.*, 1998) e têm importantes consequências tróficas e ecológicas relacionadas dentro do sistema. Estes ajustes apresentam diferentes magnitudes dependendo da frequência, duração, amplitude e sazonalidade dos pulsos (Neiff, 1999).

Há controvérsias sobre a utilização de índices (*e.g.* Índice de Carlson, Vollenweider) para a avaliação do estado trófico de ecossistemas aquáticos naturais (*e.g.* lagoas marginais). No entanto, foi utilizado o Índice de Carlson com o intuito de explorar possíveis variações do estado trófico para a lagoa do Óleo (Tabela 9). Em particular, esse índice se baseia na Z_{DS} e nas concentrações de P total e clorofila *a*. No período seco, quando a Z_{DS} ficou entre 1,7 e 2,8 m e as concentrações de P total apresentaram valores em torno de $25 \mu g l^{-1}$ (Figura 26), a lagoa pode ser classificada como oligotrófica. No período chuvoso, a lagoa pode ser considerada mesotrófica, com Z_{DS} entre 0,6 e 1,1 m e P total com valores acima de $25 \mu g l^{-1}$. Nos meses de fevereiro/2003, março/2004 e janeiro-fevereiro/2005, a lagoa pode ser classificada como eutrófica, pois os valores de Z_{DS} ficaram abaixo de 0,60 m e as concentrações de P total estiveram acima de $53 \mu g l^{-1}$.

Tabela 9 - Classificação do Estado Trófico, segundo o Índice de Carlson Modificado

Estado Trófico	Critério	Secchi -S (m)	P-total - P (mg.m ⁻³)	Clorofila <i>a</i> (mg.m ⁻³)
Oligotrófico	IET = 44	S = 1,6	P = 26,5	CL = 3,8
Mesotrófico	44 < IET = 54	1,6 > S = 0,8	26,5 < P = 53,	0 3.8 < C = 10,3
Eutrófico	54 < IET = 74	0,8 > S = 0,2	53,0 < P = 211,9	10,3 < CL = 76,1
Hipeutrófico	IET > 74	0,2 > S	211,9 < P	76,1 < CL

Fonte: São Paulo, 2004.

Ballester (1994) diferenciou três fases no hidroperíodo da região: fase seca, fase chuvosa sem inundações e fase com chuvas e inundações. Para a lagoa do Óleo essas três fases foram evidenciadas pelos resultados de algumas variáveis abióticas, como: precipitação, vazão do rio Mogi-Guaçu, Z_{DS} , K_d , Z_{eu} , condutividade elétrica, OD, MST, CT, P total, NTK, ferro, sódio, potássio. Neste contexto, na fase seca a lagoa é oligotrófica e na chuvosa altera-se para mesotrófica e eutrófica; modificando, portanto, a disponibilidade de nutrientes para a produção primária.

6.3 Produção Primária das Macrófitas Aquáticas

A maioria das relações entre fatores ambientais e crescimento revistas por Carr *et al.* (1997) foram derivadas a partir de experimentos de laboratório, nos quais um parâmetro foi variado e a resposta da planta monitorada. O crescimento das plantas é simultaneamente influenciado por múltiplos fatores ambientais (Chapin *et al.*, 1987), assim é difícil prever sua resposta a condições diferentes daquelas sob as quais elas cresceram em laboratório (Carr *et al.*, 1997).

A importância de fatores abióticos como reguladores da abundância e distribuição de macrófitas aquáticas tem sido objeto de vários estudos que visam demonstrar quais os fatores limitantes para a produtividade destas plantas. As taxas de fotossíntese e respiração de macrófitas aquáticas submersas têm estreita relação com a temperatura (Madsen e Sand-Jensen, 1994; Carvalho, 1991), com a disponibilidade de luz (Menendez & Sanchez, 1998, Madsen *et al.*, 1998, Bini, 2001; Camargo *et al.*, 2003, Pierini e Thomaz, 2004; Bini e Thomaz, 2005) e com a disponibilidade de nutrientes, relacionando-se ainda com carbono inorgânico dissolvido e oxigênio (Madsen & Sand-Jensen, 1994; Madsen *et al.*, 1998, Camargo *et al.*, 2003; Pierini & Thomaz, 2004).

Esses fatores abióticos estão inter-relacionados de modo complexo, sendo difícil que um modelo represente as condições naturais encontradas em campo, onde diferentemente das condições laboratoriais, em que se pode controlar as variáveis, essas apresentam interações simultâneas além de estarem sujeitas a distúrbios imprevisíveis, como os fatores sazonais.

6.3.1 Produção primária de *E. najas* na lagoa do Óleo

A produção primária de *E. najas* seguiu um padrão sazonal com valores mais elevados determinados geralmente no período seco. Nesse caso supõe-se que, por estarem enraizadas neste período, as plantas absorvam nutrientes do sedimento, onde são mais abundantes que na água, possibilitando um incremento na produção primária, o que é também propiciado pela elevada transparência da água.

Os modelos preditivos dos tipos gerados neste estudo (Tabela 6 e 7) são ferramentas para um entendimento mais amplo de alguns processos, porém, nesse caso existem três possibilidades que devem ser levadas em consideração para discussão dos mesmos: causa, efeito ou coincidência. Ou seja, o processo dependente (y), nesse caso as taxas de fotossíntese, pode estar relacionado com a (s) variável (is) independente (s) (x) por ser: i) motivo da alteração (causa) das variáveis; ii) efeito das variações ou ainda, iii) um fator externo que faz com que tanto a variável dependente quanto as utilizadas como variáveis independentes (eg. funções de força) sejam alteradas como se fossem (direta ou indiretamente) relacionadas (Bianchini, *inf. pess*).

Na lagoa do Óleo houve correlação significativa ($p < 0,05$) entre a Z_{DS} e a profundidade de incubação de *E. najas* no fundo, o que significa dizer que os estandes de *E. najas* da lagoa do Óleo apresentaram um comportamento diretamente relacionado com a quantidade de luz disponível. No período seco, quando a transparência da água apresentou-se elevada, as populações foram encontradas no fundo da lagoa, podendo ser vistas quando da utilização do disco de Secchi, que em alguns meses do período seco é visível até o fundo. No período chuvoso, quando a transparência da água (Z_{DS}) diminui drasticamente, e o K_d aumenta (Figura 10), a maior parte dos indivíduos de *E. najas* sobe até a superfície. Nos meses de janeiro a abril/2003 e de novembro/2003 a abril/2004, os valores de K_d foram superiores a 2 m^{-1} , e os estandes de *Egeria* foram encontrados predominantemente na superfície e nos meses do período seco

(maio a outubro/2003 e maio a novembro/2004), quando o K_d foi próximo a $1,2 \text{ m}^{-1}$, foram encontradas no fundo.

Bini (2001), citando outros autores, identifica essa estratégia como “efeito de escape”, na qual as macrófitas submersas “escapam” das conseqüências da elevada turbidez formando um dossel próximo à superfície. A formação do dossel se dá por alongamento do caule (Bini, 2001; Tavecchio e Thomaz, 2003). Na lagoa do Óleo, o que deve ocorrer é que, no período chuvoso, *E. najas* promova o alongamento do caule por estiolamento “escapando” da diminuição da intensidade luminosa nas camadas mais profundas. A formação de dossel pelas macrófitas aquáticas é um mecanismo para capturar mais radiação solar, podendo conferir uma vantagem em competição com outras espécies (Barko *et al.*, 1986, Hofstra *et al.*, 1999)

Uma maior tolerância de *E. najas* para a turbidez pode explicar a maior freqüência desta espécie em relação a *E. densa* no reservatório de Itaipu, já que neste ambiente a média de K_d encontrado foi igual a $2,6 \text{ m}^{-1}$ sendo um K_d igual a 2 m^{-1} considerado restritivo para o crescimento de *Egeria* (Bini e Thomaz, 2005). É interessante ressaltar que apesar de *E. najas* ser uma espécie enraizada, foi observado principalmente no período chuvoso que o banco inteiro se desprende do sedimento, sendo raramente encontrados indivíduos no fundo (período de chuva) e que Bitar (2003) encontrou o mesmo comportamento, denominando-a de livre-natante. Após esse período, foi verificado o lançamento de raízes, já iniciando provavelmente a outra fase de desenvolvimento (seca).

Quando da formação do dossel, uma questão importante é o fato de *E. najas* elevar suas flores acima da superfície da água. No presente estudo foram observados indivíduos floridos em vários meses (março/2003, set/2003, janeiro, março, abril, maio/2004, janeiro, fevereiro e março/2005). Muitas vezes foram vistos apenas alguns fragmentos apicais floridos, e outras vezes o banco todo. Bitar (2003) também verificou que *E. najas* no período chuvoso ocupava grande área da lagoa do Óleo, com seu ápice chegando próximo à superfície e apresentando flor. Segundo Cook e Urmi-König (1984), as flores de *Egeria* nascem a cerca de 3 cm acima da superfície da água e, havendo disponibilidade de luz e nutrientes, podem desenvolver flores quase continuamente dentro de um gradiente de temperatura do ar entre 15-25 °C. A temperatura média do ar registrada no período deste estudo foi de $23,3 \pm 2,7$ °C, propiciando o florescimento durante o ano todo.

Foram construídos modelos da produção primária de *E. najas* da superfície (ES) para os períodos seco e chuvoso separadamente. Quando se avaliou a PPL-ES no período seco verificou-se que esta apresentou relação positiva com a condutividade elétrica e com as concentrações de NTK. Bini e Thomaz (2005) verificaram que a probabilidade de ocorrência de *E. najas* no reservatório de Itaipu é maximizada nos locais mais protegidos (menores *fetch*), com maiores concentrações iônicas (condutividade elétrica), e com águas mais transparentes (avaliada pelo K_d , Z_{DS} e turbidez), sendo a condutividade relacionada com as concentrações de bicarbonato (Bini, 2001). Através de uma análise de regressão múltipla, foi averiguada neste estudo a relação da

condutividade elétrica na água da superfície da lagoa do Óleo no período seco com o CID. O nitrogênio total Kjeldahl, ou seja, N orgânico total pode ser uma fonte alternativa de nitrogênio para as plantas, na forma de uréia e peptídeos por exemplo; porém, o NTK pode ser transformado em NH_4^+ e ainda em NO_3^- , dependendo da disponibilidade de O_2 , que são formas preferencialmente assimiladas pelas plantas, com menor gasto energético. No período seco, as concentrações de NTK são reduzidas, e a PPL de *E. najas* na superfície é geralmente nula, pois estas plantas não foram encontradas nessa profundidade.

Para o período chuvoso os teores de MST relacionaram-se negativamente com a PPL-ES e as concentrações de CID e NTK apresentaram uma relação positiva. Madsen *et al.* (1998) verificaram que a taxa de crescimento de *Elodea canadensis* e *Callitriche cophocarpa* aumentaram com a disponibilidade de nitrogênio, e que a eficiência do uso do nitrogênio é melhorada em alta disponibilidade de carbono inorgânico. As concentrações de MST atenuam a penetração de luz na água, podendo interferir no processo fotossintético de macrófitas aquáticas submersas. A quantidade de luz que atinge o corpo de água e a que pode estar disponível para as macrófitas submersas está diretamente relacionada com a refração e com a absorção da radiação (Esteves, 1988). A turbidez, gerada pela concentração de material em suspensão na água, juntamente com as substâncias húmicas são responsáveis pela absorção da radiação solar subaquática (Kirk, 1985). A turbidez pode diminuir acentuadamente a zona eufótica de um corpo de água pelo aumento do coeficiente de atenuação do fluxo solar com a profundidade (Kirk, 1994). A

produção primária líquida dessas plantas pode aumentar linearmente com a luz para um nível de saturação; entretanto, altas intensidades luminosas tendem a inibir o desenvolvimento de diversas espécies de macrófitas (Camargo *et al.*, 2003).

Duas formas de carbono inorgânico estão potencialmente disponíveis para a fotossíntese na água, o CO_2 e o HCO_3^- , sendo que na maioria dos sistemas, o HCO_3^- é a forma dominante (Lara e Andreo, *no prelo*). Conforme exposto anteriormente, na lagoa do Óleo, devido aos baixos valores de pH, o equilíbrio do sistema de carbonatos é deslocado em direção ao CO_2 livre, sendo assim, o CID é representado predominantemente pelo CO_2 em detrimento do HCO_3^- (Cunha-Santino, 2003). Em todas as espécies de macrófitas submersas investigadas por Jones *et al.* (2000), o CO_2 livre é a principal fonte de carbono e estudos revelaram que *E. najas* utiliza-o preferencialmente em relação ao HCO_3^- , o qual apresenta um custo metabólico mais elevado para absorção (Chen *et al.*, 1996, Pierini e Thomaz, 2004).

Além da habilidade de *E. najas* utilizar o CO_2 e/ou HCO_3^- , da família Hydrocharitaceae pelo menos três espécies apresentam mecanismo C3 e C4 de concentração de CO_2 , dependendo do nível desse gás na água, da temperatura e da intensidade luminosa (Lara e Andreo, *no prelo*).

Analisando-se *E. najas* do fundo-EF, os principais fatores que no período seco apresentaram relação com a PPL foram: NTK, NH_4^+ , K^+ e Na^+ . O Na^+ é normalmente muito tóxico para os vegetais, no entanto ele é importante para as

espécies que possuem fotossíntese do tipo C4 (Larcher, 2000). No período chuvoso, as variáveis selecionadas foram a Z_{DS} e a profundidade máxima da lagoa, à medida que a Z_{max} da lagoa foi maior a Z_{DS} foi menor. A Z_{DS} foi o principal fator que explicou a variabilidade da profundidade máxima dos estandes de *E. najas* nos braços do Reservatório de Rosana (Pierini, 2005). Segundo a mesma autora, o regime de radiação subaquática deve ser considerado uma variável chave no controle da expansão dos estandes de *Egeria*, especialmente em braços do reservatório de Rosana.

Este estudo indica que as taxas de produção primária de *E. najas* da lagoa do Óleo foram maiores no período seco, quando a intensidade luminosa é mais elevada com penetração de RFA até o fundo da lagoa, e ainda, que esta espécie apresentou efeito de escape no período chuvoso quando a elevada concentração de material em suspensão, proveniente das enxurradas e do transbordamento do rio Mogi-Guaçu, promove considerável diminuição da Z_{DS} e aumento do K_d . Estes comportamentos também foram verificados em trabalhos anteriores (Petracco *et al.*, submetido).

Pelos resultados da PPL e da concentração de NTK, parece não haver efeito causal entre essas variáveis, pois as concentrações de NTK são mais elevadas no período chuvoso, quando a PPL é reduzida, e também porque *E. najas*, por ser uma espécie enraizada, tende a absorver mais nutrientes do sedimento do que da água. Desta forma, a relação entre PPL e NTK dos modelos pode indicar, por exemplo, que o NTK é produto de excreção dessas plantas, ou ainda, contemplar a comunidade de algas que é abundante nesta

lagoa, pois frequentemente as macrófitas submersas foram vistas com densa camada de perifiton e fitoplâncton recobrando-as.

6.3.2 Produção primária de *U. breviscapa*

Foi observado que na lagoa do Óleo, *U. breviscapa* encontra-se, via de regra, nas margens, enredada em outras espécies de macrófitas submersas, como *E. najas* ou nas raízes de *E. azurea*, *Polygonum* sp., *Scirpus cubensis* e *Ludwigia inclinata*, sendo incomum encontrá-la isolada. O mesmo comportamento foi verificado para *U. gibba* na lagoa Dourada (SP) (Pompêo e Moschini-Carlos, 1997).

Os estudos que abordam a produção primária de *Utricularia* são escassos e apresentam muitas vezes metodologias e tempos de incubação distintos. Dentre esses trabalhos, Menezes (1984), estudando a produção primária de *U. breviscapa* na represa do Broa, verificou taxas mais elevadas de PPL e PPB na primavera e verão, períodos em que a precipitação, temperatura, intensidade luminosa e vento são mais pronunciados, porém não detectou qual fator exerceu maior influência sobre essas taxas. Em experimento realizado em um rio de águas pretas da bacia do rio Itanhaem (SP), foi constatado que a PPL e PPB de *U. foliosa* foram mais elevadas na primavera e mais reduzidas no inverno (Assumpção, 2001).

Os resultados obtidos neste estudo confirmaram observações feitas em experimentos de curta duração (Petracco *et al*, submetido), nos quais *U. breviscapa* apresentou taxas mais elevadas de fotossíntese líquida no período

chuvoso, estando relacionadas com a elevação do carbono inorgânico neste período. Nesse contexto, ressalta-se que há registro de que *U. vulgaris* possua elevado requerimento de CO₂ para o crescimento, o que torna esta espécie mais sensível ao enriquecimento de CID da coluna d' água (Adamec, 1995).

A produção primária de *U. breviscapa* da lagoa do Óleo apresentou variação sazonal evidente, com taxas mais elevadas no período chuvoso. Considerando que para essa espécie a radiação não se constituiu em fator limitante, uma possível explicação é que no período seco, quando as concentrações de nutrientes e a temperatura são mais reduzidas, pode haver inibição do processo fotossintético. Moeler (1980), acompanhando o crescimento sazonal de *U. purpurea* relacionado à estratificação térmica de um lago oligotrófico, concluiu que esta espécie é intensamente limitada pelas baixas temperaturas se comparada a outras angiospermas submersas. Na lagoa do Óleo, *U. breviscapa* foi encontrada apenas na superfície, podendo ser em decorrência da elevada estratificação térmica verificada neste ambiente (Figura 15). Na lagoa Dourada, *U. gibba* foi encontrada em diferentes profundidades e os experimentos de produção primária apresentaram grande variação em função desta variável, sendo que os valores mais elevados de PPL e PPB foram observados na faixa de 2 a 4 metros; os valores mais reduzidos obtidos na superfície foram atribuídos à fotoinibição, devido à elevada intensidade luminosa e tempo de exposição (Pompêo e Moschini-Carlos, 1997).

Os valores de PPL do presente estudo foram elevados (2,0 e 11,25 $\mu\text{gC mg PS}^{-1} \text{ h}^{-1}$) se comparados a outros trabalhos: Pompêo e Moschini-Carlos (1997)

obtiveram valores entre 1,0 e 6,4 $\mu\text{gC mg PS}^{-1} \text{ h}^{-1}$; Menezes (1984) entre 0,25 e 5,64 $\mu\text{gC mg PS}^{-1} \text{ h}^{-1}$; Assumpção (2001) entre 1,35 e 7,66 $\mu\text{gC mg PS}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Uma provável explicação pode ser os diferentes procedimentos adotados, principalmente o tempo de incubação, que foi de uma hora neste estudo, três horas em Pompêo e Moschini-Carlos (1997) e quatro horas Menezes (1984) e Assumpção (2001). Em laboratório Pompêo e Moschini-Carlos (1997) verificaram que os maiores valores de PPL e PPB foram observados em períodos de menor exposição. Por outro lado, é possível que as condições bióticas dessa lagoa do Óleo favoreceram o crescimento dessa espécie, tendo em vista que o ambiente foi classificado desde oligo até eutrófico.

O gênero *Utricularia* é uma planta submersa livre que não possui raízes, porém seu hábito carnívoro parece suprir a deficiência de nutrientes do meio, principalmente nitrogênio que assimila da digestão de suas presas, podendo desta maneira ser encontrada em ambientes oligotróficos (Menezes, 1984, Barbieri, 1984). Moeler (1980) observou que a absorção de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg e Na em *U. purpurea* é sincrônica com a produção de biomassa. Os estudos desenvolvidos na represa do Broa inferiram que a produção primária de *U. breviscapa* seja limitada por outros nutrientes trazidos por precipitação e drenagem, ou suspensos do sedimento durante a época de maior precipitação e ventos (Menezes, 1984).

Os modelos elaborados neste estudo relacionaram positivamente a produção primária de *U. breviscapa* com as concentrações de ferro na água. O ferro é utilizado na síntese de clorofila, metabolismo basal e no metabolismo do

nitrogênio, sendo acumulado principalmente nas folhas das plantas (Larcher, 2000). Foram encontrados poucos trabalhos tratando de aspectos fisiológicos relacionados ao crescimento e especificamente em relação à produção primária do gênero *Utricularia*, porém, no estudo desenvolvido por Pringsheim e Pringsheim (1962) foram pesquisadas respostas fisiológicas de *Utricularia* em culturas axênicas. Os autores observaram que nos meios com solução neutra de nutrientes inorgânicos e elementos-traço as plantas apresentaram crescimento restrito, com utrículos pálidos. Quando foi adicionada uma mistura de compostos orgânicos, particularmente peptonas e extrato de carne, as respostas melhoraram consideravelmente, de modo que o crescimento normal e até o florescimento foi alcançado. Em outro experimento, adicionaram cristais de $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ e verificaram que o crescimento vegetativo tornou-se muito melhor, pois as plantas aumentaram de tamanho, permaneceram verdes depois de um mês, com inúmeros utrículos também verdes e continuaram crescendo por muitos meses.

Carigan e Neiff (1992) demonstraram que a produtividade dos *humedales* fluviais está fortemente condicionada pelo intercâmbio de água com o curso principal do rio. A produtividade primária e a decomposição da matéria orgânica estão reguladas principalmente pelo regime hidrológico que condiciona a velocidade e as condições deste processo (Neiff, 1999). A água no canal do rio pode subsidiar a provisão de energia para os sistemas de planície de inundação em virtude do transporte de substâncias orgânicas e nutrientes

minerais na elevação da extensão do pulso de inundação, e a subsequente permuta destes com a planície de inundação (Prach *et al.*, 1996).

No geral, com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que por ser a lagoa do Óleo uma lagoa marginal, situada em área de preservação (Estação Ecológica de Jataí), as alterações ocorridas nas características limnológicas e bioquímicas desse ambiente sejam decorrências da sazonalidade e/ou do pulso de inundação (*sensu* Junk & Welcomme, 1990), e que essas alterações influenciam direta (*e.g.* temperatura) e indiretamente (*e.g.* disponibilidade de luz e nutrientes) a produção primária de *E. najas* e *U. breviscapa*.

*Sempre que as gratuidades pousam em minhas palavras
elas são abençoadas por pássaros e por lírios.*

*Os pássaros conduzem o homem para o azul, para as
águas, para as árvores e para o amor.*

*Ser escolhido por um pássaro para ser a árvore dele:
eis o orgulho de uma árvore.*

*Ser escolhido de silêncio pelo vôo dos pássaros:
eis o esplendor do silêncio.*

*Ser escolhido pelas garças para ser o rio delas:
eis a vaidade dos rios.*

*Por outro lado, o orgulho dos brejos é o de serem escolhidos
por lírios que lhes entregarão a inocência.*

*(Sei entrementes que a ciência faz cópia de ovelhas
Que a ciência produz seres em vidros
Louvo a ciência por seus benefícios à humanidade
mas não concordo que a ciência não se aplique em
produzir encantamentos).*

*Por que não medir, por exemplo, a extensão do
exílio das cigarras?*

*Por que não medir a relação de amor que os pássaros
Têm com as brisas da manhã?*

*Por que não medir a morosa penetração das chuvas
no dentro da terra?*

Manoel de Barros
Gratuidade das aves e dos lírios - fragmento

7. CONCLUSÕES

- O nível de água da lagoa do Óleo apresentou flutuação influenciada principalmente pela vazão do rio Mogi-Guaçu. As elevadas precipitações tiveram efeito no incremento da vazão do rio, sendo que as precipitações mensais acumuladas mais intensas ocorreram nos meses de janeiro/2003 e 2005 e fevereiro/2004; embora se estabeleçam as causas e efeitos da inundação, o nível de transbordamento não pode ser utilizado como índice preciso desse evento;
- A transparência da água da lagoa do Óleo foi uma variável que indicou intensa distinção entre os períodos seco e chuvoso, apresentando nítido padrão sazonal, sendo influenciada, principalmente, pelo teor de material em suspensão. Os valores mais elevados de Kd foram verificados nos meses em que houve o aporte das águas do rio Mogi-Guaçu para a lagoa do Óleo.
- As concentrações de material em suspensão total foram mais elevadas e este material apresentou maior fração orgânica do que inorgânica. As maiores contribuições de matéria orgânica no material em suspensão foram associadas à ressuspensão dos sedimentos da lagoa. Nos meses em que houve o transbordamento do rio Mogi-Guaçu foi verificado um incremento da fração inorgânica.

- A lagoa do Óleo caracteriza-se por apresentar baixos valores de pH, tanto na superfície como no fundo, favorecendo o predomínio das formas “livres” de carbono inorgânico (CO_2 e H_2CO_3). O carbono total apresentou padrão inverso ao verificado para as concentrações de OD na superfície e no fundo da lagoa, o que demonstra sincronia entre os processos de produção e assimilação.
- Os dados de condutividade no fundo da lagoa do Óleo em março/2003, dezembro/2003 e dezembro/2004 permitiram propor que a partir da vazão de $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ do rio Mogi-Guaçu ocorre a percepção da infiltração subterrânea para a lagoa. As concentrações de CO_2 , de fósforo total, NTK, ferro, magnésio, sódio e potássio apresentaram concentrações mais elevadas geralmente no período chuvoso, acentuando-se com os pulsos de inundação (fevereiro/2003, março/2004 e fevereiro/2005).
- No período seco a lagoa do Óleo comporta-se como oligotrófica; no período chuvoso como mesotrófica e nos meses de fevereiro/ 2003, março/2004 e/ou como eutrófica. Os resultados verificados nesse estudo confirmam a existência de três fases limnológicas: fase seca, fase chuvosa sem inundações e fase com chuvas e inundações.
- A produção primária de *E. najas* seguiu um padrão sazonal, com valores mais elevados determinados geralmente no período seco. Os bancos ficaram predominantemente na superfície no período chuvoso, podendo contribuir para as concentrações mais elevadas de OD; no período seco,

os estandes de *E. najas* foram encontrados no fundo da lagoa, contribuindo para a oxigenação da água neste estrato. Este comportamento está diretamente relacionado com a quantidade de luz disponível.

- Os modelos matemáticos construídos para a PPL de *E. najas* na superfície indicaram haver relação positiva com o NTK e a condutividade elétrica (\simeq CID) no período seco. No período chuvoso, a PPL apresentou relação negativa com o MST e positiva com as concentrações de CID e NTK.
- A produção primária de *U. breviscapa* da lagoa do Óleo apresentou evidente variação sazonal, com taxas mais elevadas no período chuvoso, podendo estar relacionada com a elevação do carbono inorgânico neste período. No período seco, quando as concentrações de nutrientes e a temperatura são mais reduzidas, pode haver inibição do processo fotossintético. Os valores de PP foram elevados (2,0 e 11,25 $\mu\text{gC mg PS}^{-1} \text{ h}^{-1}$) provavelmente em função do estado trófico.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMEC, L., 1995. Photosynthetic carbon use by aquatic carnivorous plants. *Carnivorous Plant Newslett.* 24, 50-53.
- AFONSO, A.A.O., 2003. *Relações da fauna associada à Eichornia azurea (Swartz) Kunth com as variáveis abióticas em lagoas laterais de diferentes graus de conexão ao Rio Paranapanema (zona de desembocadura na Represa de Jurumirim, SP)*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 104 p.
- ALLEN, S.E.; GRIMSHAW, H.M.; PARKINSON, J.A.; QUARBY, C., 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Oxford: Blackwell, 565 p.
- ALVES, R. da G.; STRIXINO, G., 2000. Influência da variação do nível da água sobre a comunidade macrobentônica da Lagoa do Diogo (Luiz Antônio, SP). In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (eds.). *Estação Ecológica de Jataí – estudos integrados em ecossistemas*. Vols. 1 e 2, RiMa Editora, São Carlos, 733-742.
- ANDRADE, M.; LORANDI, R.; TRINDADE, M.; FERNANDES, M.A.; MINOTTI, R.T., 1993. Caracterização física, química e mineralógica dos sedimentos das lagoas do Infernã e Diogo (SP). *Geociências*, São Paulo, 12 (2), 503-514.
- ANTÔNIO, R. M., 2004. *Potencial de heterotrofia do reservatório de Barra Bonita (SP), com ênfase na decomposição de polissacarídeos extracelulares de espécies fitoplanctônicas*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 134p.
- ASSUMPCÃO, A.M., 2001. *Produção primária da macrófita aquática Utricularia foliosa Linnaeus (1752) em um rio de águas pretas da bacia do rio Itanhém, Estado de São Paulo*. Trabalho de Conclusão de Curso. Unesp, Rio Claro, 33 p.
- BALLESTER, M.V.R., 1989. *Fixação biológica de nitrogênio por bactérias heterótrofas na lagoa do Infernã, uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 87 p.
- BALLESTER, M.V.R., 1994. *Dinâmica de gases biogênicos (CH₄, O₂ e CO₂) em ecossistemas aquáticos da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí, São Paulo)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 172p.
- BARKO, J.W.; ADAMS, M.S.; CLESCERI, N.L., 1986. Environmental factors and their consideration in the management of submersed aquatic vegetation: a review. *J. Aquat. Plant Manage.* 24, 1-10.
- BIANCHINI JR, I., 2000. Decomposição de macrófitas aquáticas da lagoa do Infernã: o estado da arte. In SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Eds.), 2000. *Estação Ecológica de Jataí - estudos integrados em ecossistemas*. Vol. 2. RiMa Editora, São Carlos.
- BINI, L.M., 2001. *Dinâmica populacional de Egeria najas Planchon (Hydrocharitaceae): sobrevivência de uma espécie submersa em um grande ambiente subtropical com elevada turbidez (reservatório de Itaipu Binacional, Brasil-Paraguai)*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 130p.

- BINI, L. M.; THOMAZ, S.M., 2005. Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay). *Aquatic Botany*, 83, 227-238.
- BITAR, A.A., 2003. *Mineralização e formação de gases da degradação de Eichhornia azurea Kunth e Egeria najas Planch.* Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 119 p.
- CAMARGO, A.F.M., 1991. *Dinâmica do nitrogênio e do fósforo em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (lagoa do Mato, SP).* Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 204 p.
- CAMARGO, A.F.M.; PEZZATO, M.; HENRY-SILVA, G., 2003. Fatores limitantes à produção de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas.* EDUEM, Maringá. 59-84.
- CARR, G.M.; DUTHIE, H.C.; TAYLOR, W.D., 1997. Models of aquatic plant productivity: a review of the factors that influence growth. *Aquatic Botany*, 59: 195-215.
- CARIGNAN, R.; NEIFF, J.J., 1992. Nutrient dynamics in the flooding ponds of the Paraná River (Argentina) dominated by the water hyacinth *Eichhornia crassipes*. *Biogeochemistry*. Dordrecht, 17, 85-121.
- CARVALHO, F.T.; VELINE, E.D.; FRAZZATTO, E.F.; ANJOS, F.M.; PERUCHI, M., 2003. Análise temporal do crescimento vegetativo de *egeria najas* a partir de fragmentos da planta. *Planta Daninha*, 21 (ed. especial), 101-104.
- CASCO, S.L.; NEIFF, M.; NEIFF, J.J., 2005. Biodiversidad en ríos del litoral fluvial. Utilidad del software PULSO. In: ACCÑOLAZA, F. G. (coord.) *Temas de la biodiversidad del litoral fluvial argentino.* Insugeo, Miscelánea 14, Tucuman.
- CAVALHEIRO, F.; BALLESTER, M.V.R.; SANTOS, J.E., 1990. Propostas preliminares referentes ao plano de zoneamento e manejo da Estação Ecológica de Jataí. *Acta Limnológica Brasiliensis*. III (2), 951-968.
- CHAPIN, F.S. III; BLOOM, A.J.; FIELD, C.B.; WARING, R.H., 1987. Plant response to multiple environmental factors. *BioScience*, 31, 49-57.
- CHEN, D.X.; COUGHENOUR, M.B., 1996. A mechanistic model for submerged aquatic macrophyte photosynthesis: *Hydrilla* in ambiente and elevated CO₂. *Ecological Modelling*, 89, 133-146.
- COOK, C.D.K.; URMI-KONIG, K., 1984. A revision of the genus *Egeria* (Hydrocharitaceae). *Aquatic Botany*. 19, 73-96.
- COSTA, M.L.R., 2000. *As macrófitas aquáticas da região litorânea de três lagoas laterais ao rio Paranapanema na zona sul da desembocadura da represa de Jurumirim (São Paulo).* Dissertação de mestrado. EESC - USP, São Carlos. 126p.
- COUTINHO, M.E., 1989. *Ecologia populacional de Eichhornia azurea Kunth e sua participação na dinâmica da vegetação aquática da Lagoa do Infernã, SP.* Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 143 p.

- CUNHA-SANTINO, M.B., 2003. *Cinética da decomposição aeróbia de Utricularia breviscapa Wright ex Griseb da Lagoa do Óleo*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 140 p.
- DA SILVA, C.J., 1990. *Influência da variação do nível da água sobre a estrutura e funcionamento de uma área alagável do Pantanal Matogrossense (Pantanal de Barão de Melgaço, município de Santo Antonio de Leverger e barão de Melgaço – MT)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 251p.
- ESTEVES, F.A., 1988. *Fundamentos de limnologia*. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro, 1988.
- FORBES, S.A., 1925. The lake as a microcosm. State of Illinois. Department of registration and education. Division of the Natural History Survey. Vol. XV. *Bulletin*. Article IX: 535-550.
- GAFNY, S.; GASITH, A., 1999. Spatially and temporally sporadic appearance of macrophytes in the littoral zone of lake Kinneret, Israel: taking advantage of a window of opportunity. *Aquatic Botany*, 62: 249-267.
- GANDOLFI, N., 1968. *Bacia do Rio Mogi-Guaçu: morfometria de drenagem, sedimentologia e investigações físico-químicas*. Tese de doutorado, EESC, USP, São Carlos, 164 p.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHMSTAD, M.A.M., 1978. *Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters*. Blackwell, Oxford, 213 p.
- GOPAL, B., 1990. Nutrients dynamics of aquatic plant communities. In: GOPAL, B. *Ecology and management of aquatic vegetation in the Indian subcontinent*. Kluwer Academic Publisher, The Netherlands, 177-197.
- GOSELINK, J.G.; TURNER, R.E., 1978. The role of hydrology in freshwater wetland ecosystems. In: *Freshwater Wetlands: Ecological Processes and Management Potential*. Academic Press, New York, pp. 63-78.
- HÅKANSON, L., 1981. *A manual of lake morphometry*. Springer Verlag, Berlin, 78 p.
- HAMILTON, S.K.; SOUZA, O.C., COUTINHO, M.E., 1998. Dynamics of floodplain inundation in the alluvial fan of the Taquari River (Pantanal, Brazil). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26, 916-922.
- HENRY, R., 2003. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na represa de Jurumirim. In: HENRY, R. (Ed.), *Ecótonos nas interfaces dos Ecossistemas Aquáticos*. RiMa, São Carlos, pp. 1-28.
- HENRY, R., 2005. The connectivity of the Paranapanema River with two lateral lakes in its mouth zone into the Jurumirim Reservoir. *Acta Limnol. Bras.* 17(1): 57-69.
- HINTZE, J., 2001. *NCSS and PASS*. Number cruncher statistical systems. Kaysville, Utah. Disponível em www.ncss.com. Acesso em junho/2001.

- HOFSTRA; D.E.; CLAYTON, J.; GREEN, J.D.; AUGER, M. 1999. Competitive performance of *Hydrilla verticillata* in New Zealand. *Aquatic Botany*, 63, 305-324.
- HOWARD-WILLIAMS, C., 1983. The Wetlands and watershed management: the role of aquatic vegetation. *J. Limnol. Soc. South Africa*, 9 (2), 54-62.
- HUTCHINSON, G.E., 1975. *A treatise on limnology*. Vol.1. Wiley, New York, 1015 p.
- JONES, J.I.; EATON, J.W.; HARDWICK, K., 2000. The effect of changing environmental variables in the surrounding water on the physiology of *Elodea nuttallii*. *Aquatic Botany* 66, 115-129.
- JUNK, W.J., 1980. Áreas inundáveis - um desafio para limnologia. *Acta Amazônica*, 10 4: 775-795.
- JUNK, W.J., 2000. Neotropical floodplains: a continental-wide view. In: JUNK, W.J.; OHLY, J.J.; PIEDADE, M.T.F.; SOARES, M.G.M. (Eds.) *The Central Amazon floodplain: actual use and options for a sustainable management*. Ackhuys Publishers, Leiden. The Netherlands, 5-26.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B., SPARKS, R.E., 1989. The flood pulse concept in river - floodplain systems. *Can Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106, 110-127.
- JUNK, W.J.; WELCOMME, R.L., 1990. Floodplains. In PATTEN, B.C. (ed), *Wetlands and shallow continental water bodies*. - The Hague: SPB Academic Publishing. Vol. 1, 491-524.
- JUNK W.J.; DA SILVA, C.J., 1995. Neotropical foodplains: a comparison between the Pantanal of Mato Grosso and the large Amazonian river floodplains. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, T.M. (eds.). *Limnology in Brazil*. Brazilian Academy of Science, Brazilian Limnological Society, Rio de Janeiro, 195-217.
- KHEDR, A.H.A.; EL-DEMERDASH, M.A. 1997. Distribution of aquatic plants in variation to environmental factors in the Nile Delta. *Aquatic Botany*, 56, 75-86.
- KIRK, J.T.O., 1985. Effects of suspensoids (turbidity) on penetration of solar radiation in aquatic ecosystems. *Hydrobiologia*, 125, 195-208.
- KIRK, J.T.O., 1994. *Light and photosynthesis in aquatic ecosystems*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 509 p.
- KOROLEFF, F., 1976. Determination of nutrients. In: GRASSOFF, K. (ed.) *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie Weinhein, 117-181.
- KRUSCHE, A.V., 1989. *Caracterização biogeoquímica da lagoa do Diogo, uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP)*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 79 p.

- KRUSCHE, A.V.; MOZETO, A.A., 1999. Seasonal variations in water quality of an oxbow lake in response to multiple short-time pulses of flooding (Jataí Ecological Station - Mogi Guaçu River, Luiz Antonio, SP- Brazil) . *An. Acad. Bras. Cienc.* 71, 777-790.
- LARA, M.V.; ANDREO, C.S. (no prelo) Fotosíntesis em plantas acuáticas: mecanismos de concentración del CO₂ em especies sumergidas acuáticas.
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RiMa Editora, São Carlos, 531p.
- MADSEN, J.D., 1998. Overview of the Ecological Assessment Technology Area. *Aquatic Plant Manage.* 36: 25-27.
- MADSEN, J.D.; SAND-JANSEN, K., 1994. The interactive effects of light and inorganic carbon on aquatic plant growth. *Plant, cell and environment*. Oxford, v.17, 955-962.
- MADSEN, J.D.; ADAMS, M.S., 1988. The seasonal biomass and productivity of the submerged macrophytes in a polluted Wisconsin stream. *Freshwater Biology*, Oxford, v. 20, n.1, 41-50.
- MADSEN, T.V.; HAHN, P.; JOHANSEN, J., 1998. Effects of inorganic carbon supply on the nitrogen requirement of two submerged macrophytes, *Elodea canadensis* and *Callitriche cophocarpa*. *Aquatic Botany*, 62: 95-106.
- MENENDEZ, M.; SANCHEZ, Z.A., 1998. Seasonal variations in P-I responses of *Chara hispida* L. and *Potamogeton pectinatus* L. from stream mediterranean ponds. *Aquatic Botany*, 61, 1-15.
- MENEZES, C.F.S, 1984. *Estudo da biomassa e da produtividade primária de algumas espécies de macrófitas aquáticas na represa do Lobo (Brotas-Itirapinas-SP)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).
- MITSCH, W.J., GOSELINK, J.G., 1993. *Wetlands*. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, 722 p.
- MOELER, R.E, 1980. The temperature-determined growing season of a submerged hydrophyte: tissue chemistry and biomass turnover of *Utricularia pupurea*. *Freshwater Biology*, 10, 391-400.
- MOSCHINI-CARLOS, V.M., 1991. *Aspectos ecológicos da associação vegetal de Scirpus cubensis na lagoa do Infernã, SP*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 125 p.
- NEIFF, J.J., 1999. El regimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. In: MALVAREZ, A.I.; KANDAUS, P. (eds.) *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamerica*. Ed. Universidad de Buenos Aires, UNESCO, Montevideo. p.97-146.
- NEIFF, J.J.; NEIFF, M., 2003. PULSO, software para análisis de fenómenos recurrentes. Dir. Nac. Derecho de Autor No 236164 (Argentina), Buenos Aires, 17 de febrero. <http://www.neiff.com.ar>.

- NOGUEIRA, F. M.B., 1989. *Importância das macrófitas aquáticas Eichhornia azurea Kunth e Scirpus cubensis na ciclagem de nutrientes e nas principais características limnológicas da lagoa do Infernã*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 147 p.
- NOGUEIRA, F.; ESTEVES, F. de A.; COUTINHO, O., 2000. Importância dos estandes flutuantes de macrófitas aquáticas para as características limnológicas e para a ciclagem de nutrientes da Lagoa do Infernã. In SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Eds.), 2000. *Estação Ecológica de Jataí - estudos integrados em ecossistemas*. Vols. 2. RiMa Editora, São Carlos.
- NYGAARD, G., 1958. On the productivity of the bottom vegetation in lake Grane Langs. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 18: 144-153.
- PERES, L.E.P., *no prelo*. *Nutrição mineral de plantas*. ESALq, USP, Piracicaba (mimeo).
- PETRACCO, P., PEZZATO, M.M., BIANCHINI Jr. Seasonal changes of net photosynthetic productivity of *Egeria najas* Planchon and *Utricularia breviscapa* Wright ex Griseb from a tropical oxbow lake (Óleo Lagoon, Brazil). *Aquatic Botany*, (submetido).
- PETRUCIO, M.M., 1998. Caracterização das Lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da temperatura, salinidade, condutividade, alcalinidade, oxigênio dissolvido, pH, transparência e material em suspensão. In: ESTEVES, F.A. (ed.) *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 109-122.
- PEZZATO, M.M. (*em prep.*) *Taxas Fotossintéticas de Macrófitas Aquáticas Submersas*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- PIECZYŃSKA, E., 1990. Littoral habitats and communities. In: JØRGENSEN, S.E.; LÖFFER, H. *Guidelines ok lake management*. Otsu, Japan, v.3.
- PIERINI, S.A., 2005. *Fatores determinantes da distribuição de plantas submersas e dos atributos das assembléias de macrófitas aquáticas no Reservatório de Rosana*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 84 p.
- PIERINI, S.A.; THOMAZ, S.M., 2004. Adaptações de plantas submersas à absorção do carbono inorgânico. *Acta Bot. Bras*, 18 (3), 629-641.
- PIRES, A.M.Z.C.R.; SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R., 2000. Caracterização e diagnóstico ambiental de uma unidade da paisagem. Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí e Estação Experimental de Luiz Antônio. In: SANTOS, J.E. E PIRES, J.S.R. (eds.). *Estudos integrados em ecossistemas – Estação Ecológica de Jataí*. Vol 1, 1-26.
- POMPEO, M.L.M.; MOSCHINI-CARLOS, V., 1997. Produtividade primária da macrófita aquática submersa livre *Utricularia gibba* L. na lagoa Dourada (Brotas, SP). *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 9, 1-9.
- POTT, V.J., POTT, A., 2000. *Plantas Aquáticas do Pantanal*. EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, 404 p.

PRACH, K.; JENIK, J.; LARGE, A.R.G. (eds.), 1996. *Floodplain ecology and management, the Luznice River in the Trebon Biosphere Reserve, Central Europe*. SPB Academic Publishing, Amsterdam.

PRINGSHEIM, E.; PRINGSHEIM, O., 1962. Anexic culture of *Utricularia*. *American Journal of Botany*, vol. 49, 898-901.

RASPOPOV, I.M.; ANDRONIKOVA, I.N.; DOTSENKO, O.N.; KURASHOV, E.A.; LETNSKAYA, G.I.; PANOV, V.E.; RYCHKOVA, M.A.; TELESH, I.V.; TECHERNYKH, O.A.; VORONTSOV, F.F., 1996. Litoral zone of lake Ladoga: ecological state evaluation. *Hydrobiologia*, 322, 39-47.

ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; RIETZLER, A.C.; WISNIEWSKI, M.J., 2000. Diversidade do zooplâncton nas lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu: III. Copepoda (Cruatacea). In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (eds.). *Estudos integrados em ecossistemas – Estação Ecológica de Jataí*. Vol 2, 587-598.

ROMEIRO, F., 2005. *Bioensaios de decomposição anaeróbia de macrófitas aquáticas da Lagoa do óleo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio – SP)*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 90 p.

ROONEY N.; KALFF, J., 2000. Inter-annual variation in submerged macrophyte community biomass and distribution: the influence of temperature and lake morphometry. *Aquatic Botany*, 68, 321-335.

SANTOS J.E.; MOZETO, A.A., 1992. Programa de análise de ecossistemas e monitoramento ambiental: Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP). Ecologia de Áreas Alagáveis da Planície de Inundação do rio Mogi-Guaçu, *Projeto Jataí*, PPG-ERN/UFSCar, São Carlos, 59 p.

SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Eds.), 2000. *Estação Ecológica de Jataí - estudos integrados em ecossistemas*. Vols. 1 e 2. RiMa Editora, São Carlos.

SÃO PAULO, 1997. *Convenção de RAMSAR – sobre zonas úmidas de importância internacional, especialmente como habitat de aves aquáticas*. Série Entendendo o meio ambiente – volume 3. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.

SÃO PAULO, 2004. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003*. CETESB, São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em maio/2006.

SÃO PAULO, 2005. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2004*. CETESB, São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em maio/2006.

SÃO PAULO, 2006. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2005*. CETESB, São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em maio/2006.

SCHÄFER, A., 1985. *Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais*. UFRGS, Editora da Universidade, Porto Alegre, 532 p.

- SCHEFFER, M., 2001 *Ecology of shallow lakes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 355 p.
- SIMÕES-FILHO, F.F.L.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; MOZETO, A.A.; GODOY, J.M.O., 2000. Role of Mogi-Guaçu flood-pulse on sedimentation and particulate composition in the Infernão Lake. In: SANTOS, J.E., PIRES, J.S.R. (eds.). *Estação Ecológica de Jataí - estudos integrados em ecossistemas*. Vol. 2., RiMa Editora, São Carlos, 347-358.
- SPENCE, D.H.N., 1982. The zonation of plants in freshwater lakes. *Adv. Ecol. Res.*, 12, 37-125.
- STRICKLAND, J.D.; PARSONS, T.R., 1960. A manual of seawater analyses. *Bull. Fish. Res. Bel. Can.*, 125: 1-185.
- STUMM, W., MORGAN, J.J., 1981. *Aquatic Chemistry*. Wiley, New York.
- SUZUKI, M.S.; ESTEVES, F.A., 2000a. Influence of water level on the dynamics of the organic matter, macronutrients and phaeopigments of the sediment of a tropical lake. Lagoa do Infernão, São Paulo, Brazil. In: SANTOS, J.E. & PIRES, J.S.R. (eds.). *Estação Ecológica de Jataí - estudos integrados em ecossistemas*. Vol. 2, RiMa Editora - São Carlos, 365-375.
- SUZUKI, M.S.; ESTEVES, F.A., 2000b. Efeitos do enriquecimento artificial de nutrientes sobre a hidroquímica e biomassa algal em limnocurrais na lagoa do Infernão (SP). In: SANTOS, J.E. & PIRES, J.S.R. (eds.). *Estação Ecológica de Jataí - estudos integrados em ecossistemas*. Vol. 2, RiMa Editora - São Carlos, 509-521.
- TAVECCHIO, W.L.G., THOMAZ, S.M., 2003. Effects of light on the growth and photosynthesis of *Egeria najas* Planchon. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(2), 203-209.
- TAYLOR, P., 1994. Kew Bulletin Additional Series. In: *The genus Utricularia - a taxonomic monograph*. Royal Botanic Garden, London.
- TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J.G.; KUTNER, M.B., 1965. Plankton studies in a mangrove In: The standing - stock and some ecological factories. *Boletim Instituto Oceanográfico*, São Paulo. 24, 23-41.
- THOMAZ, S.M.; BINI, L.M., 1999. A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: HENRY, R. (Ed.) *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDBIO: FAPESP.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; FUKUARA, H.; MITAMURA, O.; GUILLÉN, S.M.; HENRY, R.; ROCHA, O.; CALIJURI, M.C.; IBAÑEZ, M.S.R.; ESPÍNDOLA, E.L.; GOVONI, S., 1997. Limnology of fifteen lakes. In: TUNDISI, J.G., SAIJO, Y. (Eds.) *Limnological studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brazil*. Brazilian Academy of Sciences. University of São Paulo. School of Engineering at São Carlos. Centre for Water Resources and Applied Ecology. Brazil, 409-439.
- VON SPERLING, E., 1999. *Morfologia de lagos e represas*. DESA, UFMG, Belo Horizonte, 138p.

- VYAS, L.N.; SHARMA, K.P.; SANKHLA, S.K.; GOPAL, B., 1990. Primary production and anenergetics. In: GOPAL, B. *Ecology and management of aquatic vegetation in the Indian subcontinent*. Kluwer Academic Publisher, The Netherlands, 149-176.
- WARD, J.V.; STANFORD, J.A., 1995. The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers: Research & Management*, 10:159-168.
- WESTLAKE, D.P., 1965. Some basic data for investigation of the productivity of aquatic macrophytes. *Mem. Inst. Ital. Idrobiol.*, 18, 229-248. Suplemento.
- WETZEL, R.G. 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators - Edgardo Baldi Memorial Lecture. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 6-24.
- WETZEL, R.G., 1993. *Limnologia*. Trad. Maria José de Lemos Boavida. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- WETZEL, R.G., 1964. A comparative study of the primary productivity of higher aquatic plants - periphyton and phytoplankton in a large shallow lake. *Int. R. Gesantem. Hydrobiol.*, 49, 1-61.
- WETZEL, R.G.; HOUGH, R.A., 1973. Productivity and role of aquatic macrophytes in lakes an assessment. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 20, 1: 9-19.
- WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E., 1991. *Limnological analyses*. 2nd ed. Springer-Verlag, New York, Inc., 391 p.
- WISNIEWSKI, M.J.S.; ROCHA, O.; RIETZLER, A.C.; ESPÍNDOLA, E.L.G., 2000. Diversidade do zooplâncton nas lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu: II. Cladocera (Crustácea, Branchiopoda). In: SANTOS, J.E.; PIRES, J.S.R. (Eds.). *Estudos integrados em ecossistemas - Estação Ecológica de Jataí*. Vol 2, RiMa Editora, São Carlos, 559-586.
- WORTHINGTON, E.B., 1976. The conservation of wetlands in Africa. *Lui.Proc. Symp. okawango Delta Future Utilization*. Botsuana Soc. Gaboroni. p. 61-66
- ZAR, J. H., 1999. *Biostatistical analysis*, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey.

ANEXOS

Tabela I – Datas das coletas, profundidade total (cm), período e profundidade de incubação de *E. najas* na superfície (ES), no fundo (EF) e de *U. breviscapa* na superfície (US) durante os respectivos meses de estudo.

Data	Prof. Total (m)	Período de incubação (h)			Profundidade de incubação (cm)	
		ES	EF	US	ES e US	EF
15/Jan/03	3,50	12:30-13:30	-	12:45-13:45	0,10	
14/Fev/03	3,50	12:45-13:45	-	-	0,10	
17/Mar/03	3,10	11:40-12:40	-	-	0,10	
16/Abr/03	3,00	12:10-13:20	-	-	0,10	
20/Mai/03	3,20	11:50-12:50	-	-	0,10	
25/Jun/03	3,10	11:40-12:40	12:10-13:10	-	0,10	2,50
31/Jul/03	2,80	-	11:45-12:50	13:00-14:00	0,10	2,20
28/Ago/03	2,50	12:20-13:20	11:45-12:45	13:00-14:00	0,10	2,00
25/Set/03	2,50	12:30-13:35	11:35-12:40	13:10-14:10	0,10	1,50
30/Out/03	2,65	12:25-13:25	11:50-12:50	13:25-14:30	0,10	1,50
18/Dez/03	3,20	12:00-13:00	11:10-12:28	13:30-14:30	0,10	1,50
31/Jan/04	3,40	12:05-13:05	11:40-12:40	13:30-14:30	0,10	1,50
20/Fev/04	3,74	13:10-14:10	12:55-13:55	12:50-13:50	0,10	1,50
24/Mar/04	3,30	11:50-12:55	12:30-13:40	14:05-15:05	0,10	1,50
29/Abr/04	3,00	12:05-13:05	12:45-13:45	13:35-14:35	0,10	1,50
27/Mai/04	3,30	12:10-13:10	12:55-13:55	13:30-14:30	0,10	1,50
29/Jun/04	3,25	11:35-12:40	12:20-13:20	13:00-14:00	0,10	1,50
29/Jul/04	3,05	11:05-12:05	11:45-12:45	12:40-13:40	0,10	2,00
31/Ago/04	2,60	12:40-13:40	13:20-14:20	14:25-15:25	0,10	2,00
29/Set/04	2,80	11:34-12:40	12:10-13:20	13:15-14:15	0,10	2,00
28/Out/04	2,81	12:15-13:15	12:55-14:05	14:00-15:07	0,10	2,00
23/Nov/04	2,77	12:30-13:30	13:10-14:10	14:10-15:10	0,10	2,00
14/Dez/03	3,00	11:55-13:00	12:55-14:10	13:40-14:40	0,10	1,50
25/Jan/05	3,10	11:22-12:22	12:00-13:25	13:20-14:20	0,10	1,50
24/Fev/05	2,88	12:15-13:15	13:00-14:00	13:55-14:55	0,10	1,50
21/Mar/05	3,23	11:55-12:55	12:30-13:40	13:30-14:30	0,10	1,50

Tabela II – Dados de temperatura máxima e mínima do ar (°C) e precipitação pluviométrica acumulada (mm), referentes a janeiro/2003 a março/2005.

Mês	T máx (°C)	T mín (°C)	Precipitação acumulada (mm)
Jan/03	31,03	20,00	623
Fev/03	35,36	19,60	229
Mar/03	32,03	18,50	140
Abr/03	29,70	16,00	91
Mai/03	26,13	12,40	122
Jun/03	28,73	13,10	12
Jul/03	27,55	12,00	20
Ago/03	29,10	12,20	15
Set/03	32,17	15,50	50
Out/03	34,42	17,00	114
Dez/03	33,45	19,50	349
Jan/04	32,77	19,10	326
Fev/04	31,52	18,60	480
Mar/04	31,61	16,50	156
Abr/04	30,00	15,80	166
Mai/04	25,77	12,50	183
Jun/04	25,53	11,70	34
Jul/04	26,58	11,10	47
Ago/04	30,74	11,00	0
Set/04	33,03	16,40	7
Out/04	30,10	16,60	137
Nov/04	32,00	17,50	241
Dez/04	32,10	17,70	271
Jan/05	31,45	18,70	410
Fev/05	33,00	18,60	73
Mar/05	31,71	18,20	213

Fonte: Secretaria de Agricultura e Abastecimento - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Casa de Agricultura do município de Luiz Antônio (SP).

Tabela III - Resultado da ANOVA para testar a sazonalidade com as réplicas das variáveis físicas e químicas da lagoa do Óleo.

Test for effect called:		SAZON				
Univariate F Tests						
Effect	SS	df	MS	F	P	
PH	4.000	1	4.000	15.190	0.000	
Error	29.493	112	0.263			
COND	3.789	1	3.789	93.748	0.000	
Error	4.526	112	0.040			
TEMP	0.138	1	0.138	51.070	0.000	
Error	0.302	112	0.003			
OD	0.148	1	0.148	8.118	0.005	
Error	2.036	112	0.018			
ZDS	1.785	1	1.785	265.749	0.000	
Error	0.752	112	0.007			
KD	3.931	1	3.931	202.958	0.000	
Error	2.169	112	0.019			
MST	6.076	1	6.076	147.642	0.000	
Error	4.609	112	0.041			
MSI	3.592	1	3.592	63.213	0.000	
Error	6.365	112	0.057			
MSO	4.954	1	4.954	163.621	0.000	
Error	3.391	112	0.030			
CT	2.951	1	2.951	85.148	0.000	
Error	3.881	112	0.035			
CIT	0.345	1	0.345	11.484	0.001	
Error	3.361	112	0.030			
COT	5.671	1	5.671	148.284	0.000	
Error	4.284	112	0.038			
CTD	2.098	1	2.098	74.798	0.000	
Error	3.141	112	0.028			
CID	0.134	1	0.134	9.578	0.002	
Error	1.569	112	0.014			
COD	3.262	1	3.262	95.770	0.000	
Error	3.815	112	0.034			
CTP	2.885	1	2.885	39.260	0.000	
Error	8.231	112	0.073			
CIP	0.397	1	0.397	11.101	0.001	
Error	4.005	112	0.036			
COP	3.226	1	3.226	53.232	0.000	
Error	6.787	112	0.061			
NH4	0.071	1	0.071	5.027	0.027	
Error	1.591	112	0.014			
NT	0.005	1	0.005	3.121	0.080	
Error	0.167	112	0.001			
PT	0.237	1	0.237	12.452	0.001	
Error	2.135	112	0.019			

Multivariate Test Statistics						
Wilks' Lambda =	0.123					
F-Statistic =	31.203	df =	21,	92	Prob =	0.000
Pillai Trace =	0.877					
F-Statistic =	31.203	df =	21,	92	Prob =	0.000
Hotelling-Lawley Trace =	7.122					
F-Statistic =	31.203	df =	21,	92	Prob =	0.000

Tabela IV - Resultado da ANOVA para testar a profundidade com as réplicas das variáveis físicas e químicas da lagoa do Óleo.

Test for effect called:		PROF			
Univariate F Tests					
Effect	SS	df	MS	F	P
PH	2.579	1	2.579	9.345	0.003
Error	30.913	112	0.276		
COND	0.391	1	0.391	5.525	0.020
Error	7.924	112	0.071		
TEMP	0.051	1	0.051	14.737	0.000
Error	0.388	112	0.003		
OD	0.235	1	0.235	13.483	0.000
Error	1.949	112	0.017		
ZDS	0.000	1	0.000	0.000	0.991
Error	2.538	112	0.023		
KD	0.003	1	0.003	0.064	0.800
Error	6.096	112	0.054		
MST	0.168	1	0.168	1.790	0.184
Error	10.517	112	0.094		
MSI	0.073	1	0.073	0.832	0.364
Error	9.883	112	0.088		
MSO	0.153	1	0.153	2.097	0.150
Error	8.192	112	0.073		
CT	0.028	1	0.028	0.458	0.500
Error	6.805	112	0.061		
CIT	0.035	1	0.035	1.078	0.301
Error	3.670	112	0.033		
COT	0.020	1	0.020	0.229	0.633
Error	9.934	112	0.089		
CTD	0.009	1	0.009	0.190	0.664
Error	5.230	112	0.047		
CID	0.016	1	0.016	1.076	0.302
Error	1.687	112	0.015		
COD	0.004	1	0.004	0.062	0.804
Error	7.074	112	0.063		
CTP	0.049	1	0.049	0.493	0.484
Error	11.068	112	0.099		
CIP	0.037	1	0.037	0.960	0.329
Error	4.364	112	0.039		
COP	0.008	1	0.008	0.095	0.759
Error	10.005	112	0.089		
NH4	0.004	1	0.004	0.239	0.626
Error	1.658	112	0.015		
NT	0.000	1	0.000	0.195	0.660
Error	0.171	112	0.002		
PT	0.008	1	0.008	0.373	0.543
Error	2.365	112	0.021		
Multivariate Test Statistics					
Wilks' Lambda =	0.411				
F-Statistic =	6.288	df = 21, 92		Prob =	0.000
Pillai Trace =	0.589				
F-Statistic =	6.288	df = 21, 92		Prob =	0.000
Hotelling-Lawley Trace =	1.435				
F-Statistic =	6.288	df = 21, 92		Prob =	0.000

Tabela V - Profundidade de desaparecimento do disco de Secchi (Z_{ds}), coeficiente de atenuação vertical da RFA (K_d), I_0 , $I_{Z_{DS}}$ e zona eufótica (Z_{eu}) na lagoa do Óleo de janeiro/2003 a março/2005.

Mês/ano	Z_{ds} (m)		K_d (1/m)		I_0 ($\mu E.cm^{-1}$)		$I_{Z_{DS}}$ (%)	Z_{eu} (m)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP		Média	DP
jan/03	0,62	0,02	3,88	0,26	952,38	207,83	1108,5	1,19	0,08
fev/03	0,39	0,02	5,85	0,13	494,48	3,73	949,0	0,79	0,02
mar/03	0,53	0,04	3,35	0,45	1385,35	136,12	576,4	1,39	0,18
abr/03	0,65	0,04	2,73	0,42	1478,50	649,12	618,0	1,71	0,27
mai/03	1,68	0,11	1,33	0,18	1389,15	96,38	925,3	3,50	0,48
jun/03	1,90	0,00	1,18	0,01	1048,75	7,57	941,4	3,90	0,05
jul/03	2,25	0,07	0,96	0,13	313,45	29,63	865,1	4,87	0,69
ago/03	2,30	0,00	0,95	0,00	1152,70	18,10	889,1	4,85	0,00
set/03	1,76	0,00	0,99	0,04	1339,80	183,28	571,9	4,66	0,20
out/03	1,92	0,00	1,26	0,03	361,36	6,32	1131,8	3,65	0,07
dez/03	0,67	0,00	9,63	3,03	724,74	260,30	63403,2	0,48	0,12
jan/04	0,84	0,00	3,36	0,01	1072,73	17,17	1677,0	1,37	0,00
fev/04	0,83	0,07	3,99	0,15	383,25	20,87	3056,9	1,13	0,04
mar/04	0,36	0,02	5,41	1,71	1337,71	611,20	781,1	0,94	0,33
abr/04	0,80	0,01	3,14	0,01	1580,83	13,84	1243,4	1,47	0,01
mai/04	1,70	0,11	1,80	0,12	1417,33	56,77	2116,0	2,56	0,17
jun/04	2,61	0,06	0,94	0,02	1494,53	27,17	1165,1	4,90	0,09
jul/04	2,79	0,00	0,94	0,01	1572,87	12,87	1390,1	4,88	0,03
ago/04	2,50	0,00	1,01	0,01	1740,03	18,83	1238,8	4,57	0,03
set/04	2,29	0,06	1,42	0,14	1165,67	101,53	2689,7	3,27	0,34
out/04	2,37	0,03	0,93	0,03	1548,77	21,13	910,6	4,94	0,16
nov/04	1,98	0,12	1,21	0,07	1714,13	94,92	1119,1	3,81	0,22
dez/04	1,33	0,00	2,89	0,16	1861,10	523,49	4714,8	1,60	0,09
jan/05	0,48		5,15*						
fev/05	0,40		6,17*						
mar/05	0,79		3,13*						

* K_d calculado ($K_d=2,47/Z_{DS}$)

Tabela VI - Dados de temperatura da água nos estandes de *E. najas* (superfície -ES e no fundo - EF) e de *U. breviscapa* na superfície -US, de janeiro/2003 a março/2005. (n=3)

Mês/ano	ES		EF		US	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Jan/03	28,00	1,00			28,0	1,41
Fev/03	26,10	0,28				
Mar/03	26,95	0,21				
Abr/03	26,00	0,28				
Mai/03	20,70	0,00				
Jun/03	19,88	0,04	17,70	0,00	20,75	0,15
Jul/03	21,05	0,21	18,80	0,10	21,20	0,10
Ago/03	20,60	0,00	18,90	0,00	21,10	0,20
Set/03	24,45	0,21	22,65	0,05	24,45	0,15
Out/03	26,75	0,21	25,00	0,10	26,75	0,25
Dez/03	29,50	0,20	24,03	0,06	29,50	0,20
Jan/04	24,50	0,00	23,23	0,06	24,50	0,00
Fev/04	27,50	0,96	22,57	0,12	27,50	0,96
Mar/04	23,60	0,10	22,10	0,00	23,60	0,10
Abr/04	23,20	0,10	21,47	0,06	23,53	0,15
Mai/04	18,87	0,21	17,90	0,00	19,67	0,31
Jun/04	19,37	0,06	17,73	0,15	19,67	0,06
Jul/04	17,17	0,06	15,83	0,06	17,80	0,00
Ago/04	22,13	0,12	19,60	0,00	22,67	0,21
Set/04	25,60	0,56	23,23	0,06	25,57	0,15
Out/04	25,73	0,15	23,83	0,06	26,70	0,20
Nov/04	27,50	0,52	24,70	0,10	28,23	0,21
Dez/04	27,87	0,12	25,63	0,23	28,80	0,20
Jan/05	26,33	0,15	23,77	0,06	27,37	0,47
Fev/05	25,83	0,15	23,10	0,10	26,30	0,10
Mar/05	25,27	0,06	23,43	0,06	26,23	0,32

Tabela VII - Valores de pH da água nos estandes de *E. najas* (superfície -ES e no fundo - EF) e de *U. breviscapa* na superfície -US, de janeiro/2003 a março/2005.

Mês/ano	ES		EF		US	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Jan/03	5,30	0,00			5,30	0,00
Fev/03	5,08	0,06				
Mar/03	5,20	0,03				
Abr/03	5,38	0,01				
Mai/03	5,36	0,05				
Jun/03	5,28	0,07	4,90	0,08	5,32	0,03
Jul/03	5,73	0,03	5,35	0,02	5,66	0,03
Ago/03	5,33	0,04	5,06	0,02	5,34	0,05
Set/03	5,62	0,04	5,33	0,01	5,62	0,03
Out/03	5,50	0,14	5,12	0,11	5,17	0,01
Dez/03	5,81	0,09	6,14	0,24	5,81	0,09
Jan/04	4,66	0,03	4,58	0,01	4,66	0,03
Fev/04	5,49	0,05	5,51	0,01	5,49	0,05
Mar/04	5,58	0,03	5,72	0,01	5,58	0,03
Abr/04	5,16	0,03	4,67	0,05	4,80	0,07
Mai/04	5,25	0,01	4,98	0,04	5,27	0,05
Jun/04	5,31	0,01	5,12	0,01	5,18	0,03
Jul/04	5,18	0,03	3,79	0,01	5,15	0,04
Ago/04	5,32	0,02	4,67	0,01	4,88	0,06
Set/04	4,81	0,03	3,88	0,07	4,69	0,01
Out/04	4,65	0,05	3,58	0,03	5,22	0,07
Nov/04	5,01	0,06	3,77	0,01	5,48	0,08
Dez/04	5,52	0,12	5,30	0,02	5,75	0,12
Jan/05	5,68	0,08	5,91	0,03	5,74	0,13
Fev/05	5,60	0,01	5,87	0,01	5,41	0,02
Mar/05	5,41	0,04	5,73	0,04	5,46	0,04

Tabela VIII - Valores de Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) da água nos estandes de *E. najas* (superfície - ES e no fundo – EF) e de *U. breviscapa* na superfície –US, de janeiro/2003 a março/2005.

Mês/ano	ES		EF		US	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Jan/03	20	0,00			20,0	0,0
Fev/03	34	0,71				
Mar/03	11	0,00				
Abr/03	10	0,00				
Mai/03	7	0,00				
Jun/03	7	0,00	7	0,00	7	0,00
Jul/03	7	0,71	6	0,00	6	0,00
Ago/03	6	0,00	6	0,00	6	0,00
Set/03	6	0,00	6	0,50	6	0,00
Out/03	7	2,83	5	0,00	5	0,00
Dez/03	11	0,00	66	8,50	11	0,00
Jan/04	12	0,00	16	0,58	12	0,00
Fev/04	12	0,58	21	0,00	12	0,58
Mar/04	22	0,58	52	0,58	22	0,58
Abr/04	8	0,00	13	4,04	8	0,58
Mai/04	8	0,00	6	0,00	7	0,58
Jun/04	9	1,15	8	0,00	6	0,00
Jul/04	6	0,00	5	0,00	5	0,00
Ago/04	6	0,58	6	0,00	5	0,00
Set/04	6	0,00	5	0,00	5	0,00
Out/04	6	0,00	6	0,00	5	0,00
Nov/04	8	1,15	7	0,58	6	0,00
Dez/04	7	0,00	8	0,00	8	0,00
Jan/05	24	1,53	36	1,53	28	5,29
Fev/05	21	0,58	68	1,53	21	0,00
Mar/05	11	0,58	22	0,58	12	0,00

Tabela IX - Concentrações de oxigênio dissolvido na água (mg.l⁻¹) dos estandes de *E. najas* (sub-superfície -ES e no fundo - EF) e de *U. breviscapa* na sub-superfície -US, de janeiro/2003 a março/2005. (n=2)

Mês/ano	ES		EF		US	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Jan/03	4,28	0,19			4,28	0,13
Fev/03	1,63	0,01				
Mar/03	4,66	0,11				
Abr/03	3,83	0,13				
Mai/03	3,96	0,01				
Jun/03	3,99	0,04	4,25	0,03	4,45	0,09
Jul/03	6,45	0,12	4,57	0,10	6,45	0,08
Ago/03	6,13	0,10	6,56	0,03	6,42	0,01
Set/03	5,17	0,09	6,05	0,03	5,67	0,08
Out/03	4,97	0,01	5,49	0,05	5,65	0,06
Dez/03	6,24	0,01	5,27	0,04	5,63	0,09
Jan/04	6,64	0,01	3,61	0,10	2,56	0,05
Fev/04	7,23	0,01	2,49	0,06	6,05	0,07
Mar/04	5,06	0,15	1,77	0,13	1,67	0,19
Abr/04	7,90	0,16	3,11	0,03	2,92	0,03
Mai/04	3,93	0,00	3,09	0,00	3,53	0,02
Jun/04	3,49	0,03	4,28	0,01	3,79	0,03
Jul/04	4,85	0,01	4,74	0,14	4,63	0,01
Ago/04	3,99	0,03	4,21	0,02	4,80	0,04
Set/04	3,34	0,06	4,46	0,04	4,11	0,05
Out/04	5,67	0,08	4,53	0,01	6,20	0,18
Nov/04	5,20	0,01	4,72	0,06	5,77	0,08
Dez/04	4,05	0,08	3,66	0,02	4,98	0,02
Jan/05	2,30	0,00	0,88	0,04	3,26	0,23
Fev/05	4,13	0,07	1,18	0,03	2,69	0,01
Mar/05	5,98	0,11	2,16	0,03	4,28	0,03

Tabela X - Saturação de oxigênio dissolvido na água (%) dos estandes de *E. najas* (superfície -ES e no fundo - EF) e de *U. breviscapa* na superfície -US, de janeiro/2003 a março/2005. (n=2)

Mês/ano	ES	EF	US
Jan/03	41,59		50,05
Fev/03	18,49		
Mar/03	53,68		
Abr/03	43,29		
Mai/03	40,58		
Jun/03	40,26	41,07	52,89
Jul/03	66,59	45,14	66,65
Ago/03	62,71	64,91	66,33
Set/03	56,87	64,26	62,38
Out/03	56,99	61,01	64,73
Dez/03	75,04	57,54	67,64
Jan/04	73,11	38,76	28,19
Fev/04	83,91	26,42	70,22
Mar/04	54,77	18,58	18,04
Abr/04	84,88	32,36	31,58
Mai/04	38,89	29,97	35,44
Jun/04	34,89	41,36	38,10
Jul/04	46,32	43,99	44,82
Ago/04	42,01	42,25	51,11
Set/04	37,52	47,95	46,17
Out/04	63,75	49,25	70,98
Nov/04	60,35	52,09	67,77
Dez/04	47,29	41,05	59,19
Jan/05	26,12	9,57	37,72
Fev/05	46,55	12,66	30,57
Mar/05	66,68	23,25	48,60

Tabela XI - Concentrações de material em suspensão total (MST), inorgânico (MSI) e orgânico (MSO) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* na superfície (ES) de janeiro/2003 a fevereiro/2004.

Mês/ano	MST (mg L ⁻¹)	DP	MSI (mg L ⁻¹)	DP	MSO (mg L ⁻¹)	DP
Jan/03	15,75	1,06	3,50	1,41	12,25	0,35
Fev/03	26,33	2,36	8,58	5,54	17,75	3,18
Mar/03	10,00	0,94	1,33	1,89	8,67	0,94
Abr/03	8,20	1,41	2,40	0,00	5,80	1,41
Mai/03	2,90	0,14	1,30	0,14	1,60	0,28
Jun/03	7,60	0,57	3,60	0,28	4,00	0,28
Ago/03	2,30	0,28	0,80	0,14	1,50	0,14
Set/03	2,70	0,00	0,70	0,00	2,00	0,00
Out/03	3,60	0,57	0,80	0,00	2,80	0,57
Dez/03	12,20	0,28	2,20	0,28	10,00	0,00
Jan/04	8,09	0,34	2,38	0,00	5,71	0,34
Fev/04	8,40	0,00	1,20	0,57	7,20	0,57
Mar/04	18,25	1,06	7,25	0,35	11,00	1,41
Abr/04	10,60	0,28	3,40	0,85	7,20	0,57
Mai/04	4,25	1,06	0,50	0,00	3,75	1,06
Jun/04	2,40	0,28	0,50	0,14	1,90	0,14
Jul/04	2,60	0,28	0,60	0,28	2,00	0,00
Ago/04	3,10	0,42	0,80	0,28	2,30	0,14
Set/04	2,10	0,42	0,40	0,57	1,70	0,14
Out/04	3,30	0,71	0,70	0,14	2,60	0,57
Nov/04	2,40	0,28	0,30	0,14	2,10	0,14
Dez/04	5,70	0,14	2,20	0,28	3,50	0,42
Jan/05	23,00	1,41	11,27	0,09	11,73	1,51
Fev/05	15,00	1,41	5,95	0,64	9,05	0,78
Mar/05	10,17	1,18	2,75	1,06	7,42	0,12

Tabela XII - Concentrações de material em suspensão total (MST), inorgânico (MSI) e orgânico (MSO) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* no fundo (EF) de junho/2003 a fevereiro/2004.

Mês/ano	MST (mg L⁻¹)	DP	MSI (mg L⁻¹)	DP	MSO (mg L⁻¹)	DP
Jun/03	2,90	0,14	0,80	0,00	2,10	0,14
Jul/03	2,90	0,42	0,70	0,14	2,20	0,28
Ago/03	5,80	2,55	3,00	1,98	2,80	0,57
Set/03	3,10	0,00	0,90	0,00	2,20	0,00
Out/03	5,83	0,24	0,84	0,23	5,00	0,00
Dez/03	13,00	0,85	2,20	0,28	10,80	1,13
Jan/04	21,50	2,83	6,25	1,77	15,25	1,06
Fev/04	13,67	1,41	1,00	0,47	12,67	0,94
Mar/04	22,75	1,77	8,75	0,35	14,00	1,41
Abr/04	10,40	0,57	3,40	1,41	7,00	0,85
Mai/04	5,63	0,53	1,62	0,53	4,00	0,00
Jun/04	2,50	0,14	0,40	0,00	2,10	0,14
Jul/04	2,30	0,42	0,50	0,42	1,80	0,00
Ago/04	6,10	0,14	2,40	0,00	3,70	0,14
Set/04	3,10	0,42	0,40	0,00	2,70	0,42
Out/04	3,10	0,42	0,50	0,14	2,60	0,28
Nov/04	2,30	0,42	0,30	0,14	2,00	0,57
Dez/04	6,40	2,26	1,83	0,60	4,57	1,66
Jan/05	13,17	2,59	1,83	1,18	11,33	3,77
Fev/05	25,42	2,95	11,00	1,41	14,42	1,53
Mar/05	15,00	1,41	5,00	0,47	10,00	0,94

Tabela XIII - Concentrações de material em suspensão total (MST), inorgânico (MSI) e orgânico (MSO) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *U. breviscapa* na superfície (US) em janeiro/2003 e de junho a fevereiro/2004.

Mês/ano	MST (mg L ⁻¹)	DP	MSI (mg L ⁻¹)	DP	MSO (mg L ⁻¹)	DP
Jan/03	15,75	1,06	3,50	1,41	12,25	0,35
Jun/03	7,60	0,57	3,60	0,28	4,00	0,28
Jul/03	1,90	0,42	0,60	0,28	1,30	0,14
Ago/03	2,30	0,28	0,80	0,14	1,50	0,14
Set/03	2,70	0,00	0,70	0,00	2,00	0,00
Out/03	4,40	0,28	0,90	0,42	3,50	0,14
Dez/03	12,00	0,00	2,25	1,77	9,75	1,77
Jan/04	10,00	0,00	1,00	0,00	9,00	0,00
Fev/04	10,75	0,35	1,00	1,41	9,75	1,77
Mar/04	23,00	1,41	9,00	0,47	14,00	0,94
Abr/04	10,40	1,13	3,00	0,28	7,40	0,85
Mai/04	3,87	0,18	0,63	0,53	3,25	0,35
Jun/04	1,70	0,42	0,30	0,14	1,40	0,57
Jul/04	1,80	0,00	0,20	0,00	1,60	0,00
Ago/04	2,30	0,14	0,10	0,14	2,20	0,00
Set/04	1,70	0,42	0,20	0,00	1,50	0,42
Out/04	2,70	0,42	0,40	0,00	2,30	0,42
Nov/04	2,50	0,14	0,30	0,14	2,20	0,00
Dez/04	5,24	0,05	1,49	0,15	3,74	0,20
Jan/05	26,00	1,41	9,50	3,54	16,50	2,12
Fev/05	10,50	2,12	2,17	1,65	8,33	0,47
Mar/05	12,25	0,35	4,50	0,71	7,75	1,06

Tabela XIV - Concentrações de carbono total (CT), inorgânico total (CIT) e orgânico total (COT), dissolvido (CTD, CID e COD), e particulado (CTP, CIP e COP) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* na superfície (ES) de janeiro de 2003 a março de 2004.

Mês/ano	CT (mg L ⁻¹)	CIT (mg L ⁻¹)	COT (mg L ⁻¹)	CTD (mg L ⁻¹)	CID (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	CTP (mg L ⁻¹)	CIP (mg L ⁻¹)	COP (mg L ⁻¹)
Jan/03	15,72	4,47	11,25	12,89	2,67	10,22	2,83	1,80	1,03
Fev/03	28,32	10,09	18,23	19,89	4,79	15,10	8,43	5,30	3,13
Mar/03	12,27	4,62	7,64	8,19	2,33	5,86	4,07	2,29	1,78
Abr/03	11,15	6,80	4,34	6,92	3,28	3,64	4,22	3,52	0,70
Mai/03	9,75	4,76	4,99	7,87	2,88	4,99	1,88	1,88	0,00
Jun/03	7,54	5,06	2,48	5,48	3,00	2,48	2,07	2,07	0,00
Ago/03	8,31	2,98	5,33	7,57	2,24	5,33	0,74	0,74	0,00
Set/03	9,26	2,66	6,60	8,42	1,82	6,60	0,84	0,84	0,00
Out/03	5,56	2,43	3,13	4,83	1,78	3,06	0,73	0,65	0,08
Dez/03	12,44	3,65	8,79	9,80	2,26	7,54	2,63	1,38	1,25
Jan/04	18,12	5,05	13,08	14,74	2,67	12,07	3,38	2,38	1,01
Fev/04	12,07	2,40	9,67	10,81	1,51	9,31	1,25	0,89	0,36
Mar/04	19,63	6,45	13,19	14,80	3,28	11,51	4,84	3,16	1,68
Abr/04	10,49	3,56	6,93	7,92	1,94	5,98	2,57	1,62	0,96
Mai/04	10,99	6,97	4,02	6,54	3,35	3,19	4,46	3,63	0,83
Jun/04	9,08	6,04	3,04	6,14	3,09	3,04	2,95	2,95	0,00
Jul/04	5,35	2,75	2,61	4,37	1,75	2,61	1,00	1,00	0,00
Ago/04	5,00	3,04	1,96	3,56	1,62	1,94	1,44	1,42	0,01
Set/04	5,26	2,75	2,51	4,03	1,52	2,51	1,23	1,23	0,00
Out/04	4,13	1,30	2,83	3,55	0,84	2,71	0,58	0,46	0,11
Nov/04	6,07	2,39	3,68	4,24	1,43	2,80	1,83	0,96	0,88
Dez/04	6,50	3,31	3,19	4,44	1,88	2,56	2,06	1,43	0,63
Jan/05	33,08	8,73	24,36	24,58	4,61	19,97	8,50	4,12	4,38
Fev/05	21,21	4,79	16,42	16,14	2,71	13,43	5,07	2,08	2,99
Mar/05	13,65	5,09	8,56	9,11	2,80	6,31	4,54	2,29	2,25

TABELA XV - Concentrações de carbono total (CT), inorgânico total (CIT) e orgânico total (COT), dissolvido (CTD, CID e COD), e particulado (CTP, CIP e COP) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* no fundo (EF) de junho/2003 a março/2004.

Mês/ano	CT (mg L ⁻¹)	CIT (mg L ⁻¹)	COT (mg L ⁻¹)	CTD (mg L ⁻¹)	CID (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	CTP (mg L ⁻¹)	CIP (mg L ⁻¹)	COP (mg L ⁻¹)
Jun/03	8,25	5,21	3,04	5,33	3,17	2,17	2,92	2,04	0,88
Jul/03	7,29	4,28	3,02	4,98	1,96	3,02	2,32	2,32	0,00
Ago/03	8,23	3,09	5,14	7,29	2,15	5,14	0,94	0,94	0,00
Set/03	7,43	2,22	5,20	6,95	1,74	5,20	0,53	0,53	0,00
Out/03	6,88	1,98	4,90	6,52	1,62	4,90	0,36	0,36	0,00
Dez/03	14,00	3,62	10,38	9,49	2,08	7,41	4,50	1,54	2,97
Jan/04	12,82	3,05	9,77	11,54	1,77	9,77	1,28	1,28	0,00
Fev/04	12,07	2,40	9,67	10,81	1,51	9,31	1,25	0,89	0,36
Mar/04	23,88	10,16	13,72	15,62	4,62	10,99	8,26	5,54	2,72
Abr/04	13,30	6,75	6,55	7,87	2,77	5,10	5,43	3,98	1,45
Mai/04	13,08	7,68	5,40	6,31	3,07	3,23	6,77	4,60	2,17
Jun/04	8,98	5,92	3,06	5,77	2,71	3,06	3,21	3,21	0,00
Jul/04	6,57	4,21	2,37	4,30	2,06	2,23	2,27	2,14	0,13
Ago/04	5,55	3,37	2,18	3,78	1,76	2,02	1,77	1,60	0,16
Set/04	4,98	2,59	2,39	3,82	1,43	2,39	1,16	1,16	0,00
Out/04	4,69	2,39	2,30	3,30	1,14	2,16	1,39	1,26	0,13
Nov/04	6,14	2,66	3,48	4,53	1,54	2,99	1,61	1,11	0,49
Dez/04	6,71	3,55	3,16	4,90	2,04	2,88	1,79	1,51	0,28
Jan/05	46,16	12,30	33,86	30,27	6,20	24,06	15,89	6,10	9,79
Fev/05	25,20	7,97	17,23	18,99	4,03	14,96	6,21	3,94	2,27
Mar/05	15,88	5,74	10,13	8,40	2,70	5,70	7,48	3,05	4,43

Tabela XVI - Concentrações de carbono total (CT), inorgânico total (CIT) e orgânico total (COT), dissolvido (CTD, CID e COD), e particulado (CTP, CIP e COP) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *U. breviscapa* na superfície (US) em janeiro/2003 e durante o período de junho/2003 a março/2004.

Mês/ano	CT (mg L ⁻¹)	CIT (mg L ⁻¹)	COT (mg L ⁻¹)	CTD (mg L ⁻¹)	CID (mg L ⁻¹)	COD (mg L ⁻¹)	CTP (mg L ⁻¹)	CIP (mg L ⁻¹)	COP (mg L ⁻¹)
Jan/03	15,72	4,47	11,25	12,89	2,67	10,22	2,83	1,80	1,03
Jun/03	6,95	4,31	2,64	4,60	2,39	2,21	2,35	1,92	0,43
Jul/03	7,26	3,05	4,21	6,27	2,06	4,21	0,99	0,99	0,00
Ago/03	8,31	2,98	5,33	7,57	2,24	5,33	0,74	0,74	0,00
Set/03	6,39	2,64	3,75	5,90	2,15	3,75	0,51	0,51	0,00
Out/03	5,21	2,26	2,95	4,30	1,61	2,69	0,91	0,65	0,26
Dez/03	13,16	4,34	8,82	9,07	2,08	6,99	4,09	2,25	1,83
Jan/04	14,74	5,08	9,66	12,02	2,61	9,42	2,72	2,47	0,24
Fev/04	12,89	3,18	9,71	10,36	1,82	8,54	2,53	1,36	1,17
Mar/04	22,33	8,83	13,50	14,25	3,96	10,28	8,09	4,87	3,22
Abr/04	13,54	7,04	6,50	7,21	2,43	4,78	6,33	4,61	1,72
Mai/04	11,63	8,25	3,38	5,74	2,96	2,78	5,89	5,29	0,61
Jun/04	10,07	6,74	3,33	6,24	2,92	3,33	3,83	3,83	0,00
Jul/04	6,37	3,93	2,44	4,07	2,03	2,03	2,31	1,90	0,41
Ago/04	5,04	2,94	2,10	3,70	1,60	2,10	1,35	1,35	0,00
Set/04	4,90	2,59	2,31	3,48	1,30	2,17	1,42	1,29	0,13
Out/04	3,93	1,73	2,20	3,30	1,16	2,14	0,63	0,57	0,06
Nov/04	4,85	1,75	3,10	3,96	1,21	2,75	0,89	0,54	0,35
Dez/04	7,20	2,99	4,21	5,32	1,82	3,51	1,88	1,18	0,70
Jan/05	45,52	11,27	34,25	22,57	4,89	17,68	22,95	6,39	16,56
Fev/05	22,68	5,43	17,25	15,94	2,64	13,30	6,74	2,78	3,96
Mar/05	13,17	4,03	9,13	6,66	1,37	5,29	6,51	2,67	3,84

Tabela XVII - Concentrações de CO₂ Livre (CO₂L) e HCO₃⁻ da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* na superfície (ES) de janeiro/2003 a março/2004.

Mês/ano	CO ₂ L (mg L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	CO ₂ L (%)	HCO ₃ ⁻ (%)
Jan/03	2,46	0,21	0,92	0,08
Fev/03	4,60	0,19	0,96	0,04
Mar/03	2,19	0,14	0,94	0,06
Abr/03	2,79	0,49	0,85	0,15
Mai/03	2,62	0,27	0,91	0,09
Jun/03	2,77	0,23	0,92	0,08
Ago/03	2,05	0,35	0,91	0,09
Set/03	1,52	0,19	0,84	0,16
Out/03	1,55	0,29	0,87	0,13
Dez/03	1,77	0,23	0,78	0,22
Jan/04	2,69	0,50	1,00	0,00
Fev/04	1,32	0,00	0,87	0,13
Mar/04	2,79	0,19	0,85	0,15
Abr/04	1,84	0,49	0,95	0,05
Mai/04	3,11	0,10	0,93	0,07
Jun/04	2,84	0,23	0,92	0,08
Jul/04	1,65	0,25	0,94	0,06
Ago/04	1,48	0,10	0,92	0,08
Set/04	1,52	0,14	1,00	0,00
Out/04	0,85	0,01	1,00	0,00
Nov/04	1,39	0,00	0,97	0,03
Dez/04	1,63	0,04	0,87	0,13
Jan/05	3,78	0,25	0,82	0,18
Fev/05	2,29	0,82	0,85	0,15
Mar/05	2,51	0,42	0,89	0,11

Tabela XVIII - Concentrações de CO₂ Livre (CO₂L) e HCO₃⁻ da água da lagoa do Óleo do local de incubação de *E. najas* no fundo (EF) de junho/2003 a março/2004.

Mês/ano	CO ₂ L (mg L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	CO ₂ L (%)	HCO ₃ ⁻ (%)
Jun/03	3,12	0,04	0,99	0,01
Jul/03	1,77	0,19	0,90	0,10
Ago/03	2,07	0,08	0,96	0,04
Set/03	1,59	0,15	0,91	0,09
Out/03	1,55	0,07	0,95	0,05
Dez/03	1,37	0,72	0,66	0,34
Jan/04	1,79	0,00	1,01	0,00
Fev/04	2,36	0,35	0,87	0,13
Mar/04	3,74	0,88	0,81	0,19
Abr/04	2,79	0,00	1,01	0,00
Mai/04	3,00	0,08	0,98	0,02
Jun/04	2,58	0,12	0,95	0,05
Jul/04	1,99	0,07	0,96	0,04
Ago/04	1,77	0,00	1,01	0,00
Set/04	1,40	0,03	0,98	0,02
Out/04	1,05	0,08	0,93	0,07
Nov/04	1,48	0,06	0,96	0,04
Dez/04	1,87	0,16	0,92	0,08
Jan/05	4,62	1,58	0,75	0,25
Fev/05	3,06	0,97	0,76	0,24
Mar/05	2,17	0,52	0,81	0,19

Tabela XIX - Concentrações de CO₂ Livre (CO₂L) e HCO₃⁻ da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *U. breviscapa* na superfície (US) em janeiro/2003 e durante o período de junho/2003 a março/2004.

Mês/ano	CO ₂ L (mg L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	CO ₂ L (%)	HCO ₃ ⁻ (%)
Jan/03	2,46	0,21	0,92	0,08
Jun/03	2,18	0,20	0,92	0,08
Jul/03	1,70	0,35	0,83	0,17
Ago/03	2,16	0,21	0,91	0,09
Set/03	1,80	0,35	0,84	0,16
Out/03	1,52	0,09	0,95	0,05
Dez/03	1,62	0,46	0,78	0,22
Jan/04	2,62	0,00	1,01	-0,01
Fev/04	1,59	0,23	0,87	0,13
Mar/04	3,37	0,59	0,85	0,15
Abr/04	2,42	0,01	1,00	0,00
Mai/04	2,74	0,22	0,93	0,07
Jun/04	2,75	0,17	0,94	0,06
Jul/04	1,93	0,10	0,95	0,05
Ago/04	1,58	0,02	0,99	0,01
Set/04	1,31	0,00	1,00	0,00
Out/04	1,08	0,07	0,94	0,06
Nov/04	1,06	0,15	0,88	0,12
Dez/04	1,45	0,36	0,80	0,20
Jan/05	3,92	0,96	0,80	0,20
Fev/05	2,36	0,28	0,89	0,11
Mar/05	1,21	0,16	0,88	0,12

Tabela XX - Concentrações de Fósforo total (P-PTotal), Amônio (N-NH₄⁺), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* na superfície (ES) de janeiro/2003 a fevereiro/2004.

Mês/ano	P-PTotal (µg L ⁻¹)	DP	Amônio (µg L ⁻¹)	DP	NTK (mg L ⁻¹)	DP
Jan/03	55,00	1,01	51,67	0,00	0,55	0,10
Fev/03	97,14	6,06	53,33	0,00	0,70	0,04
Mar/03	55,71	6,06	45,00	4,71	0,46	0,02
Abr/03	30,71	1,01	40,00	4,71	0,88	0,10
Mai/03	27,14	6,06	41,67	2,36	1,04	0,04
Jun/03	42,14	1,01	19,17	1,18	0,80	0,02
Ago/03	26,43	1,01	40,00	0,00	0,36	0,08
Set/03	30,00	2,02	38,33	2,36	0,36	0,04
Out/03	28,57	0,00	45,83	8,25	0,32	0,02
Dez/03	25,71	2,02	41,67	0,00	0,27	0,06
Jan/04	44,29	2,02	22,50	1,18	0,43	0,02
Fev/04	34,29	2,02	24,17	3,54	0,41	0,02
Mar/04	35,00	1,01	29,17	1,18	0,50	0,00
Abr/04	51,43	4,04	20,71	5,05	0,67	0,00
Mai/04	18,57	0,00	42,14	1,01	0,53	0,00
Jun/04	12,86	2,02	22,14	1,01	0,46	0,02
Jul/04	6,43	1,01	20,00	2,02	0,48	0,04
Ago/04	6,43	1,01	22,14	1,01	0,32	0,06
Set/04	7,86	3,03	24,29	4,04	0,41	0,02
Out/04	10,71	1,01	26,43	5,05	0,49	0,02
Nov/04	95,00	3,03	12,14	1,01	0,52	0,02
Dez/04	7,14	0,00	15,71	0,00	0,28	0,00
Jan/05	18,57	4,04	11,43	0,00	0,31	0,08
Fev/05	27,86	1,01	10,71	1,01	0,42	0,04
Mar/05	47,86	11,11	34,29	0,00	0,76	0,04

Tabela XXI - Concentrações de Fósforo total (P-PTotal), Amônio (N-NH₄⁺), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* no fundo (EF) de janeiro/2003 a fevereiro/2004.

Mês/ano	PTotal (µg L ⁻¹)	DP	Amônio (µg L ⁻¹)	DP	NTK (mg L ⁻¹)	DP
Jan/03	32,86	0,00	33,33	2,36	0,60	0,01
Fev/03	35,71	2,02	65,83	1,18	0,42	0,04
Mar/03	32,14	3,03	22,50	1,18	0,28	0,00
Abr/03	42,14	1,01	31,67	0,00	0,45	0,08
Mai/03	62,86	2,02	20,83	1,18	0,35	0,02
Jun/03	39,29	3,03	24,17	1,18	0,50	0,08
Ago/03	65,71	4,04	42,50	1,18	0,67	0,04
Set/03	66,43	1,01	21,67	2,36	0,38	0,02
Out/03	42,14	1,01	35,71	0,00	0,84	0,04
Dez/03	11,43	2,02	19,29	5,05	0,50	0,00
Jan/04	14,29	2,02	20,00	2,02	0,52	0,02
Fev/04	5,71	0,00	18,57	0,00	0,31	0,00
Mar/04	6,43	3,03	20,00	0,00	0,35	0,02
Abr/04	14,29	0,00	17,86	1,01	0,43	0,02
Mai/04	10,71	1,01	18,57	0,00	0,52	0,06
Jun/04	10,00	2,02	15,00	3,03	0,45	0,00
Jul/04	6,43	1,01	11,43	0,00	0,28	0,04
Ago/04	10,71	1,01	10,00	0,00	0,32	0,06
Set/04	61,43	6,06	8,57	6,06	0,49	0,02
Out/04	46,43	1,01	7,86	5,05	0,63	0,02
Nov/04	27,86	1,01	22,14	3,03	0,28	0,04
Dez/04	32,86	0,00	33,33	2,36	0,60	0,01
Jan/05	35,71	2,02	65,83	1,18	0,42	0,04
Fev/05	32,14	3,03	22,50	1,18	0,28	0,00
Mar/05	42,14	1,01	31,67	0,00	0,45	0,08

Tabela XXII - Concentrações de Fósforo total (P-PTotal), Amônio (N-NH₄⁺), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *U. breviscapa* na superfície (US) de janeiro/2003 a fevereiro/2004.

Mês/ano	PTotal (µg L ⁻¹)	DP	Amônio (µg L ⁻¹)	DP	NTK (mg L ⁻¹)	DP
Jan/03	55,00	1,01	51,67	0,00	0,55	0,10
Fev/03	35,71	2,02	17,50	1,18	0,39	0,00
Mar/03	26,43	1,01	40,00	0,00	0,36	0,08
Abr/03	30,00	2,02	38,33	2,36	0,36	0,04
Mai/03	108,57	0,00	35,83	1,18	0,39	0,00
Jun/03	36,43	1,01	25,00	0,00	0,45	0,04
Ago/03	34,29	2,02	25,00	2,36	0,45	0,04
Set/03	37,86	1,01	27,50	1,18	0,48	0,00
Out/03	56,43	1,01	20,83	1,18	0,60	0,02
Dez/03	44,29	0,00	28,57	2,02	0,50	0,12
Jan/04	15,71	0,00	25,71	0,00	0,52	0,02
Fev/04	9,29	1,01	18,57	4,04	0,48	0,04
Mar/04	5,00	1,01	24,29	2,02	0,25	0,04
Abr/04	5,71	0,00	21,43	0,00	0,39	0,04
Mai/04	10,00	0,00	16,43	1,01	0,42	0,04
Jun/04	8,57	0,00	29,29	1,01	0,49	0,02
Jul/04	10,00	0,00	9,29	1,01	0,52	0,02
Ago/04	5,00	1,01	5,71	0,00	0,22	0,00
Set/04	10,00	0,00	12,14	1,01	0,28	0,00
Out/04	30,00	0,00	12,86	0,00	0,48	0,04
Nov/04	57,14	2,02	28,57	2,02	0,57	0,06
Dez/04	17,86	7,07	5,00	1,01	0,34	0,08
Jan/05	35,71	2,02	51,67	0,00	0,55	0,10
Fev/05	26,43	1,01	17,50	1,18	0,39	0,00
Mar/05	30,00	2,02	40,00	0,00	0,36	0,08

Tabela XXIII - Concentrações de Ferro, Magnésio, Sódio e Potássio da água da lagoa do Óleo no local de incubação de *E. najas* na superfície (US) e no fundo (ES), de junho/2003 a fevereiro/2004.

Mês/ano	Ferro	Magnésio	Sódio	Potássio	Ferro	Magnésio	Sódio	Potássio
	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)
	ES				EF			
Jun/03	2,90	0,80	2,40	0,34	1,50	0,70	1,40	0,34
Ago/03	1,20	0,40	0,40	0,22	1,00	0,40	0,50	0,23
Set/03	1,20	0,40	0,50	0,18	1,80	0,40	2,80	0,52
Out/03	1,10	0,40	0,40	0,26	1,20	0,40	0,50	0,30
Dez/03	1,40	0,40	0,40	0,30	1,90	0,40	0,30	0,30
Jan/04	5,62	0,60	0,40	0,65	5,60	0,40	0,40	0,66
Fev/04	5,00	0,60	0,40	ai	8,00	0,60	0,60	1,3
Mar/04	5,63	0,40	0,40	0,70	7,10	0,50	0,40	0,90
Abr/04	13,04	0,70	1,30	1,20	550	1,00	1,91	1,79
Mai/04	5,80	0,60	0,88	0,55	4,63	0,43	0,67	0,42
Jun/04	2,15	0,49	0,65	0,39	2,50	0,35	0,39	0,33
Jul/04	0,56	0,13	0,05	0,64	0,31	0,09	0,26	0,18
Ago/04	1,25	0,29	0,49	0,20	1,83	0,12	0,19	0,06
Set/04	0,10	0,15	0,16	0,52	1,70	0,17	0,29	0,07
Out/04	1,02	0,24	0,18	0,61	1,13	0,22	0,33	0,12
Nov/04	1,31	0,37	0,35	0,80	6,27	0,30	0,50	0,36
Dez/04	1,17	0,09	0,04	0,84	68,25	0,19	0,04	0,96
Jan/05	2,95	0,06	0,00	0,96	1,82	0,35	0,67	0,61
Fev/05	8,47	0,17	0,53		68,45	0,27	0,53	1,91
Mar/05	10,21	0,54	0,24		214,16	0,59	0,24	2,25

ai = amostra insuficiente

Tabela XXIV - Resultado da ANOVA para testar produção primária líquida (PPL) em relação à **variação de profundidade**

Test for effect called: PROF

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	3192.599	1	3192.599	68.049	0.000
Error	8773.337	187	46.916		

Tabela XXV - Resultado da ANOVA para testar produção primária líquida (PPL) em relação à **variação de sazonalidade**

Test for effect called: SAZON

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	3192.599	1	3192.599	68.049	0.000
Error	8773.337	187	46.916		

Tabela XXVI - Valores de produção primária líquida (PPL), produção primária bruta (PPB), respiração (RE) ($\text{mgO}_2 \text{ gPS}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e respectivos desvios padrão de *E. najas* incubada na superfície (ES) durante o período de janeiro/2003 a março/2004.

Mês/ano	PPL	DP	RE	DP	PPB
Jan/03	5,74	1,64	2,74	1,00	8,48
Fev/03	4,28	0,41	0,62	0,06	4,90
Mar/03	11,51	0,22	3,91	0,79	15,42
Abr/03	18,14	0,78	2,56	0,63	20,69
Mai/03	17,49	4,20	0,20	0,24	17,69
Jun/03	15,37	0,51	0,50	0,38	15,87
Jul/03	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ago/03	13,42	2,51	1,60		15,02
Set/03	3,73	0,76	1,44	1,22	5,16
Out/03	11,24	1,19	1,52	0,60	12,76
Dez/03	5,72	0,84	0,65		6,38
Jan/04	9,40	3,29	1,23	0,26	10,63
Fev/04	10,33	4,71	6,53	8,65	16,86
Mar/04	8,34	0,53	1,28	0,20	9,62
Abr/04	8,33	2,53	2,56	0,26	10,88
Mai/04	7,16	0,73	0,00	0,00	7,16
Jun/04	14,26	0,74	0,14	0,08	14,40
Jul/04	4,34	0,35	1,29	0,74	5,63
Ago/04	2,30	0,43	0,00	0,00	2,30
Set/04	19,49	2,23	1,26	0,27	20,76
Out/04	8,02	1,16	1,04	0,61	9,06
Nov/04	10,24	0,68	1,57	0,05	11,80
Dez/04	10,81	1,74			10,81
Jan/05	3,58	1,83	2,05	0,10	5,62
Fev/05	3,54	0,31	2,00	0,33	5,54
Mar/05	8,84	1,15	0,39	0,00	9,23

Tabela XXVII - Valores de produção primária líquida (PPL), produção primária bruta (PPB), respiração (RE) ($\text{mgO}_2 \text{ gPS}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e respectivos desvios padrão de *E. najas* incubada no fundo (EF) durante o período de junho/2003 a março/2004.

Mês/ano	PPL	DP	RE	DP	PPB
Jun/03	12,90	1,26	0,10		13,00
Jul/03	20,60	1,68			20,60
Ago/03	21,86	0,59	0,88	0,60	22,74
Set/03	9,67	5,03	0,02		9,70
Out/03	1,20	0,90	0,24		1,44
Dez/03	1,49	0,29			1,49
Jan/04	1,41	0,45			1,41
Fev/04	12,29	0,47	3,43		15,71
Mar/04	1,10	0,77	2,77	0,09	3,87
Abr/04	2,16	0,36	1,21	0,05	3,37
Mai/04	2,31	0,41	1,31	0,17	3,62
Jun/04	4,51	1,17	0,89	0,58	5,40
Jul/04	5,95	1,71	0,60	0,38	6,55
Ago/04	8,39	3,16	1,47	0,12	9,86
Set/04	14,95	2,21	5,32	0,32	20,27
Out/04	1,85	0,58	0,04		1,90
Nov/04	8,23	1,29	1,45	0,53	9,68
Dez/04	5,60	1,61			5,60
Jan/05	0,37	0,33	1,12	0,25	1,49
Fev/05	-0,48	0,31	0,60	0,09	0,12
Mar/05	0,71	0,32	2,45	0,01	3,17

Tabela XXVIII - Valores de produção primária líquida (PPL), produção primária bruta (PPB), respiração (RE) ($\text{mgO}_2 \text{ gPS}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e respectivos desvios padrão de *U. breviscapa* incubada na superfície (US) em janeiro de 2003 e durante o período de junho/2003 a março/2004.

Mês/ano	PPL	DP	RE	DP	PPB
Jan/03	15,36	1,22	4,21	4,91	19,57
Jun/03	11,36	1,04	0,58	0,37	11,94
Jul/03	13,17	1,26	1,99	0,49	15,16
Ago/03	20,70	3,45	4,64		25,35
Set/03	8,80	1,11	5,25	3,80	14,06
Out/03	14,64	0,59	5,95	1,05	20,58
Dez/03	18,87	2,79	8,91	0,89	27,78
Jan/04	24,67	5,18	2,14	1,76	26,81
Fev/04	9,03	3,59	28,26	5,01	37,29
Mar/04	23,61	1,61	13,40	3,88	37,01
Abr/04	37,49	0,24	28,11	3,68	65,60
Mai/04	9,30	0,52			9,30
Jun/04	8,54	2,69	1,62	0,35	10,15
Jul/04	10,59	2,02	1,27	1,11	11,86
Ago/04	9,43	2,30	5,55	0,14	14,98
Set/04	10,24	1,85	1,82	0,73	12,07
Out/04	10,02	0,61	2,24	0,72	12,26
Nov/04	6,67	0,71	7,02	0,82	13,69
Dez/04	23,31	0,72	3,47	0,64	26,78
Jan/05	17,57	2,70	22,66	0,56	40,23
Fev/05	22,67	0,93	11,55	1,62	34,22
Mar/05	30,18	3,71	7,80	3,88	37,98