

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS  
NATURAIS

**INFLUÊNCIAS DE VARIÁVEIS ABIÓTICAS NA ESTRUTURA E  
DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM LAGO  
ARTIFICIAL RASO**

NADIR DE SOUZA DANTAS

Dissertação de Mestrado

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS  
NATURAIS

**INFLUÊNCIAS DE VARIÁVEIS ABIÓTICAS NA ESTRUTURA E  
DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM LAGO  
ARTIFICIAL RASO**

NADIR DE SOUZA DANTAS

**Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Ecologia e  
Manejo de Recursos Naturais da  
Universidade Federal do Acre, como  
parte dos requisitos para a obtenção do  
título de Mestre em Ecologia e Manejo  
de Recursos Naturais.**

Rio Branco, ACRE 2009

© DANTAS, N. DE S., 2009.

DANTAS, Nadir de Souza. **Influências de variáveis abióticas na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um lago artificial raso.** Rio Branco: UFAC, 2009. 79f.

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal do Acre**

D192i

Dantas, Nadir de Souza, 1983 -

Influências de variáveis abióticas na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um lago artificial raso / Nadir de Souza Dantas --- Rio Branco : UFAC, 2009.

79f : il. ; 30cm.

Dissertação (Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Rosélia Marques Lopes.

Inclui bibliografia

1. Fitoplâncton de Água Doce - Acre. 2. Variáveis abióticas. 3. Variações espacial e temporal. 4. Fitoplâncton de Água Doce – Aspectos Ambientais – Acre. I. Título.

CDD.: 574.526323098112  
CDU.: 574.58(811.2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS  
NATURAIS

**INFLUÊNCIAS DE VARIÁVEIS ABIÓTICAS NA ESTRUTURA E DINÂMICA DA  
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DE UM LAGO ARTIFICIAL RASO**

NADIR DE SOUZA DANTAS

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Dr. Cleber Ibraim Salimon**  
UFAC

---

**Dra. Sueli Train**  
UEM

---

**Dra. Liliana Rodrigues**  
UEM

---

**Dra. Carla Ferragut**  
Instituto de Botânica de São Paulo

---

**Dra. Maria Rosélia Lopes Marques**  
ORIENTADOR(A) /UFAC

*Aos meus pais,  
sem os quais não seria absolutamente nada!*

*À minha mãe, que abdicou de seus sonhos  
para que eu pudesse realizar os meus.  
Ao meu pai: porto forte, firme e seguro,  
fonte inesgotável de fé, paciência e humildade.*

*Eles me ensinaram a sonhar e  
alçar vôo, com os pés no chão.  
Mas peço desculpas a vocês, pois neste momento,  
não sei onde meus pés estão!!!*

Tudo prospera na hora certa.  
Não é preciso se apressar.

Lin Yutang

O tempo não se mede pelo passar dos anos,  
mas pelo que se faz,  
pelo que se sente  
e se consegue.

Jawaharlal Nehru

*Dizem que, ao morrer,  
deveremos prestar contas  
de todas as coisas boas  
das quais pudemos desfrutar  
e não fizemos.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e ao Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Acre (FDCT-AC), órgão financiador do projeto.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Rosélia Marques Lopes, pela orientação, e por estar presente em absolutamente todas as etapas de execução deste trabalho.

Às Professoras Dra. Sueli Train, Dra. Liliana Rodrigues, Dra. Carla Ferragut e ao Professor Dr. Cleber Ibraim Salimon, por terem aceitado o convite para compor a banca.

Às pesquisadoras Dra. Carla Ferragut e Dra. Luciane Crosseti, pela confirmação da identificação da espécie *Synechocystis aquatilis* Sauvageau.

Ao Senhor Rui Santana, diretor da UTAL, e sua equipe, pelo apoio e confiança dispensados na utilização do laboratório e manuseio dos equipamentos.

À equipe do Laboratório de Química da UFAC, por permitir o uso irrestrito de seus equipamentos.

Ao Tião, do Laboratório de Biologia, pelas inúmeras horas gastas na manutenção dos microscópios.

Ao técnico e amigo Willians Aiache pelo fiel e pontual comparecimento a todas as coletas.

Aos amigos e amigas das turmas de 2006, 2007 e 2008 do Mestrado em Ecologia e Manejo e Recursos Naturais, pelos maravilhosos momentos vivenciados e que jamais serão esquecidos.

Aos amigos da turma 2006, Raquel, Jorcely, Diego, Flávio e Sara, cuja presença foi indispensável nos momentos de exaustão e desânimo, e também como nos de alegria.

À Kathrin pela contribuição científica, com comentários e observações sobre o trabalho, e por todas as conversas produtivas e não produtivas.

Pelas grandes amizades firmadas durante a realização deste sonho.

Aos meus amados pais por terem me proporcionado a base educacional e moral para chegar até aqui.

Às minhas queridas irmãs, Juliana e Emiliana, pelo sacrifício diário, pelo apoio, pelas risadas, companheirismo, cumplicidade, amor e compreensão em todos os momentos.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a árdua tarefa de começar - e terminar - um mestrado.

Sobretudo a Deus, por ter guiado e iluminado meu caminho, dando muita força para concluir com êxito mais uma etapa da minha vida.

## ÍNDICE

RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Área de estudo.....	13
3.2. Amostragem.....	13
3.3. Obtenção e Análises dos dados.....	14
3.3.1. Variáveis abióticas.....	14
3.3.2. Variáveis bióticas.....	16
3.4. Tratamento Estatístico.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1. Variáveis abióticas.....	20
4.2. Variáveis bióticas.....	51
5. CONCLUSÃO.....	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

## RESUMO

O presente trabalho visou caracterizar a influência das variáveis abióticas na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica em duas estações climáticas. O lago do Viveiro é um pequeno reservatório raso, situado no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre, no município de Rio Branco, Estado do Acre, Brasil. As variações espaciais e temporais na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica foram comparadas com algumas variáveis abióticas (estrutura térmica da coluna d'água, transparência, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, condutividade, CO<sub>2</sub> livre, nitrogênio total e fósforo total). O estudo foi realizado em duas fases de modo a contemplar as duas estações climáticas que caracterizam a área: chuvosa e seca. As amostragens foram realizadas na região limnética e mais profunda do lago. As amostras foram coletadas a cada quatro dias totalizando dez dias de amostragem para cada estação, em quatro profundidades: subsuperfície, limite da zona eufótica, zona afótica e fundo. A comunidade fitoplanctônica do lago do Viveiro esteve constituída por 158 espécies, distribuídas em onze classes, sendo Euglenophyceae (55 espécies) a mais bem representada em ambas as estações climáticas estudadas, seguida pelas classes Cyanophyceae (28), Chlorophyceae (25), Zygnemaphyceae (17), Bacillariophyceae (9), Chlamydomphyceae (8), Chrysophyceae (5), Raphidophyceae (4), Cryptophyceae (3), Dinophyceae e Xanthophyceae (2). A alta dominância foi refletida no índice de diversidade, que foi baixo em ambas as estações. Os baixos valores da taxa de mudança da comunidade mostram que não aconteceram grandes modificações na estrutura da comunidade. As espécies descritoras da comunidade fitoplanctônica foram: *Synechocystis aquatilis* e *Synechocystis* sp.. A Análise de Correspondência Canônica separou as unidades amostrais em relação à sazonalidade e mostrou uma relação significativa entre a distribuição das espécies fitoplanctônicas e as variáveis abióticas utilizadas para a ordenação. Os resultados obtidos sugerem que as mudanças nas variáveis abióticas não influenciaram, pelo menos de maneira significativa, a estrutura e a dinâmica da comunidade fitoplanctônica.

Palavras-chave: fitoplâncton, variáveis abióticas, variações espacial e temporal, lago raso, Estado do Acre.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the influence of abiotic variables on the structure and dynamics of the phytoplankton community of a small and shallow lake during two climatic seasons. Lake Viveiro is a small and shallow reservoir located in the Zoobotanical Park of the Federal University of Acre, Rio Branco municipality, Acre State, Brazil. The spatial and temporal variations in the structure and dynamics of the phytoplankton community were compared with some abiotic variables (thermal structure of the water column, transparency, dissolved oxygen, pH, alkalinity, conductivity, free CO<sub>2</sub>, total nitrogen, and total phosphorus). The study was carried out in two phases in order to cover the two climatic seasons that characterize the area: rainy and dry. Samples were collected in the limnetic and deeper region of the lake. Samples were collected every four days, for a total of ten days of sampling for each season, at four depths: subsurface, euphotic zone limit, aphotic zone and bottom. The phytoplankton community of the Viveiro lake was formed by 158 species, distributed in eleven classes, where euglenophyceae (55 species) was the best represented in both climatic seasons, followed by classes Cyanophyceae (28), Chlorophyceae (25), Zygnemaphyceae (17), Bacillariophyceae (9), Chlamydoephyceae (8), Chrysophyceae (5), Raphidophyceae (4), Cryptophyceae (3), Dinophyceae and Xanthophyceae (2). High dominance was reflected in the diversity index which was low in both seasons. The low values of the rate of community change show major changes in the community structure did not occur. There were two species as descriptors of the phytoplankton community, which are: *Synechocystis aquatilis* and *Synechocystis* sp.. Canonical Correspondence Analysis (CCA) has separated the sampling units in relation to seasonality and showed a significant relationship between distribution of phytoplankton species and abiotic variables used for ordination. Results suggest that changes in the abiotic variables did not influence, at least in a meaningful way, the structure and dynamics of the phytoplankton community.

Key words: phytoplankton, abiotic variables, spatial and temporal variations, shallow lake, State of Acre.

## 1. INTRODUÇÃO

As algas contribuem com mais da metade da produção primária no mundo inteiro, sendo importantes, não apenas ecologicamente, mas também filogeneticamente se considerarmos que todos os grandes grupos de plantas vasculares têm como ancestral uma alga unicelular (Van den Hoek et al., 1997). Produzem quantidade considerável do oxigênio dissolvido na água, essencial aos organismos aeróbicos aquáticos, e repõem cerca de 70% do oxigênio consumido do planeta (Reynolds, 1984a). As algas são importantes também no ciclo do carbono, pois transformam dióxido de carbono em carboidratos pela fotossíntese, e em carbonato de cálcio pela calcificação (Raven et al., 2001).

A ecologia das algas, e mais especificamente do fitoplâncton, vem sendo largamente estudada. No clima tropical, as importantes variações quantitativas e qualitativas no fitoplâncton, podem estar relacionadas à alternância de estações secas e chuvosas (Payne, 1986). Lewis (1978a) relata que o padrão de flutuação temporal do fitoplâncton em lagos tropicais é controlado por alterações abruptas das condições abióticas do meio, sendo que nestes ecossistemas o número de tais alterações é muito maior do que em lagos de regiões temperadas.

No Brasil foram realizados muitos estudos sobre ecologia de fitoplâncton, dentre eles pode-se citar Calijuri (1988), no qual a autora declara que em ambiente natural, as células algais devem ser capazes de ajustar suas atividades metabólicas à grande amplitude de flutuações ambientais, que muitas vezes diferem sensivelmente de um dia para o outro. Assim, a dinâmica do fitoplâncton é controlada por uma combinação de vários processos hidrodinâmicos que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais.

Tundisi (1990) relata que a força climatológica, como o vento, e as oscilações verticais do sistema, ao longo da coluna d'água, estabelecem padrões de mistura vertical que excedem a capacidade de movimento do fitoplâncton e, conseqüentemente, impõem sistemas de compartimentalização espacial, os quais produzem diversos tipos de distribuições verticais da comunidade fitoplanctônica.

Araújo et al. (2000) e Silva et al. (2001) mostraram que a comunidade fitoplanctônica sofre alterações na sua composição e estrutura devido, tanto às modificações temporais, quanto às variáveis ambientais.

Lopes et al. (2005) verificaram que a temperatura da água foi o fator de força na dinâmica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical oligotrófico raso,

corroborando a importância da temperatura para a explicação da dinâmica dos ecossistemas aquáticos tropicais.

Em trabalhos como Huszar et al. (1998), Nogueira & Leandro-Rodrigues (1999), Faria et al. (2001), Lacerda et al. (2004), Matsuzaki et al. (2004), Ferreira et al. (2005), Nabout et al. (2006), Pivato et al. (2006) e Camara et al. (2007), busca-se entender a ecologia da comunidade fitoplanctônica de ecossistemas aquáticos continentais brasileiros, mesmo que cada trabalho aborde o tema de forma diferente. Alguns trabalhos dão ênfase à descrição e outros ao monitoramento, existindo ainda aqueles que são realizados em diversos tipos de ambientes naturais e outros em tanques experimentais.

Dentre os trabalhos sobre a ecologia de fitoplâncton na Amazônia podemos citar Huszar & Reynolds (1997) e Huszar (2000), que estudaram a seqüência da dominância da comunidade fitoplanctônica em um lago da planície de inundação amazônica e correlacionaram as mudanças observadas na comunidade com o pulso hidrológico e o rejeito de bauxita depositado no lago. Huszar et al. (2005) fornecem subsídios para a compreensão da limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e do perifíton em ecossistemas continentais lênticos do Brasil.

Melo & Huszar (2000) e Melo et al. (2004) estudaram, respectivamente, as variações e estratégias adaptativas da comunidade fitoplanctônica em um lago da planície de inundação amazônica, e as relações dos diferentes regimes de mistura de dois lagos da mesma planície de inundação com as variações verticais do fitoplâncton. Podemos citar ainda Ibañez (1998), Guenther & Bozelli (2004), Melo et al. (2005) e Pinilla (2006) como trabalhos de ecologia do fitoplâncton em lagos amazônicos.

Trabalhos efetivamente publicados sobre ecologia do fitoplâncton no Acre não existem. Fato claramente perceptível visto que até hoje existem somente três trabalhos sobre algas: Archibald & King (1985) e Keppeler et al. (1999a, 1999b), ambos tratando apenas da taxonomia do fitoplâncton.

Segundo Tundisi (2005), é no estudo do papel exercido pelas variáveis ambientais sobre a estrutura e diversidade da comunidade fitoplanctônica e demais comunidades aquáticas, que reside o conhecimento básico necessário para o implemento de ações futuras que visem recuperar lagos e represas ameaçados pela poluição.

No presente trabalho, a dinâmica da comunidade fitoplanctônica é mostrada através da análise da estrutura da comunidade e das variações verticais e temporais de curto prazo tanto da comunidade, quanto das variáveis abióticas. Desta forma foi possível verificar, com auxílio da Análise de Correspondência Canônica, associações e correlações

entre fatores abióticos e bióticos (fitoplâncton), e determinar os principais fatores ambientais responsáveis pela maior variabilidade da comunidade fitoplanctônica no sistema.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar o papel de variáveis abióticas sobre a estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um lago artificial raso, em duas estações: chuvosa e seca.

### **2.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar e quantificar a comunidade fitoplanctônica.
2. Estudar variações verticais e sazonais de curto prazo na estrutura da comunidade fitoplanctônica.
3. Verificar se há mudanças verticais e sazonais nas variáveis abióticas.
4. Avaliar a influência das mudanças das variáveis abióticas sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica em duas estações: chuvosa e seca.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi editado segundo normas da revista *Acta Limnologica Brasiliensia*. As pesquisas bibliográficas foram realizadas até dezembro do ano de 2007.

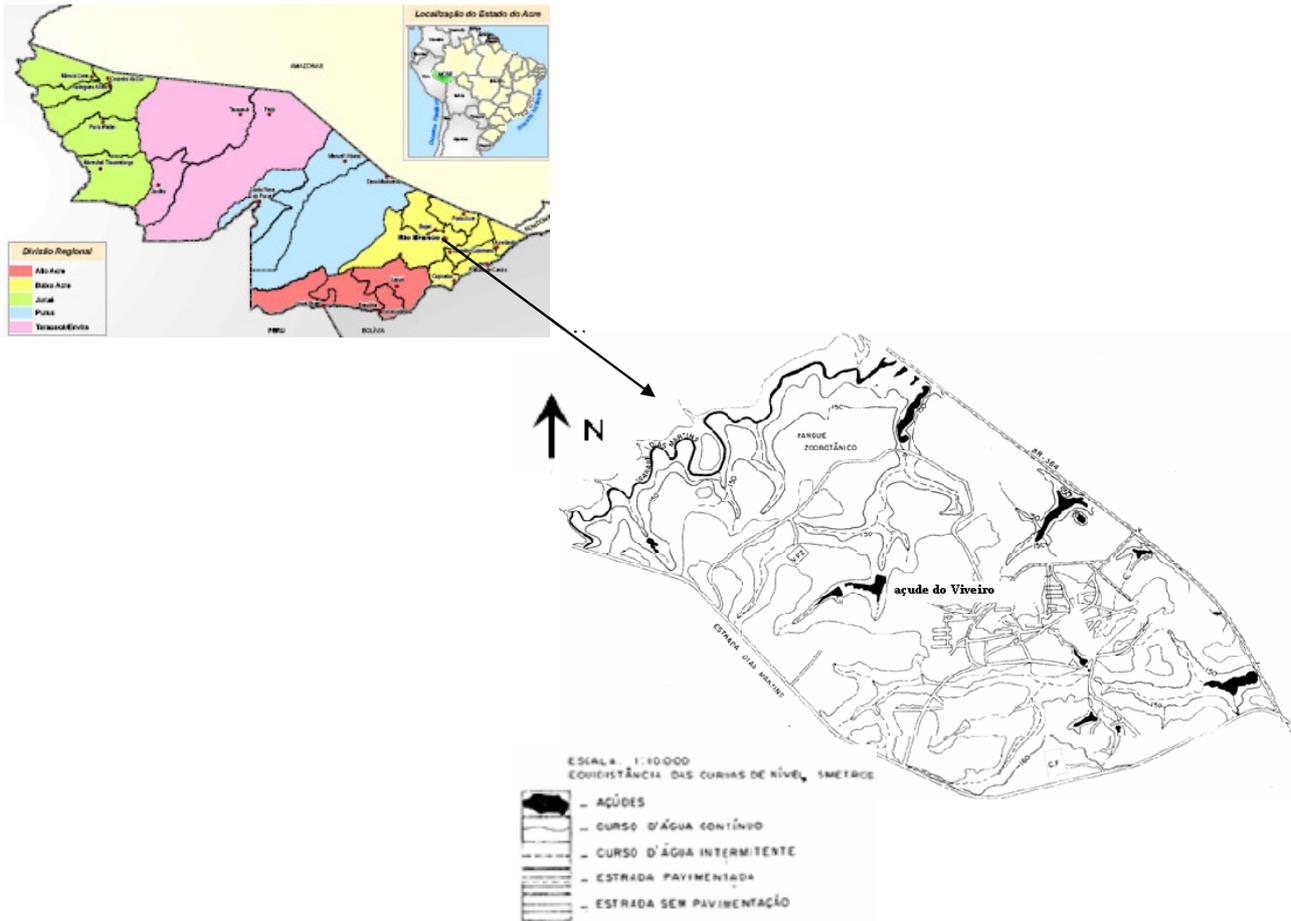
### **3.1. Área de estudo**

Este estudo foi realizado no Açude do Viveiro, localizado no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (Fig. 1). O parque possui 100 ha de área verde urbana e está situado no Município Rio Branco, AC, a 09°57' de latitude sul e 67°57' de latitude oeste, distante 7 km do centro da cidade, às margens da BR 364.

### **3.2. Amostragem**

As coletas foram realizadas em duas estações climáticas: chuvosa e seca. Em cada estação climática, foram feitas 10 coletas (repetições) com intervalo de quatro dias, a partir das oito horas da manhã, no período de 18/02 a 26/03 de 2006 para a estação chuvosa e de 19/08 a 24/09 de 2006 para a estação seca.

Foi determinada uma estação de amostragem na região limnética e mais profunda do lago. As amostras para análises de variáveis abióticas e bióticas (análise quantitativa), foram coletadas com garrafa de Van Dorn, ao longo do perfil vertical da coluna d'água, em quatro profundidades: subsuperfície (0,20m), zona eufótica ( $Z_{euf}$  - 1% de luz), zona afótica (0,40m abaixo da  $Z_{euf}$ ) e fundo ( $Z_{max}$ ), sendo que as profundidades fixas foram somente a subsuperfície e o fundo. As amostras foram analisadas no Laboratório de Limnologia do Departamento de Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Acre.



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo mostrando o mapa do estado do Acre, a área do Parque Zoobotânico e o lago estudado. Fonte : Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre (2007), Plano Diretor do Parque Zoobotânico, UFAC.

### 3.3. Obtenção e Análises dos dados

#### 3.3.1. Variáveis abióticas

**Temperatura da água, Condutividade elétrica, Oxigênio dissolvido e pH**

Essas medidas foram realizadas no campo utilizando-se uma sonda exploratória multiparâmetro, marca YSI.

### **Densidade da Água**

Obtida a partir da temperatura da água, utilizando-se a tabela de densidade de Hutchinson (1957).

### **Resistência Térmica Relativa (RTR)**

Foi calculada segundo Wetzel (1993) através da razão entre a diferença na densidade da água entre os estratos inferior e superior de uma camada de água (espessura de 0,5m), e a diferença de densidade da água à temperatura de 5°C e 4°C.

$$RTR = (d_2 - d_1)/8.10^{-6}$$

Onde:

d1 – densidade da água à temperatura do estrato superior

d2 – densidade da água à temperatura do estrato inferior

8.10<sup>-6</sup> g.cm<sup>-3</sup> – diferença de densidade da água entre 4°C e 5°C

### **Profundidade da zona de mistura (Zmix)**

É definida como a camada de água que se estende desde a superfície até aquela profundidade em que o gradiente de densidade ultrapassa 0,00002 g.cm<sup>3</sup>.m<sup>-1</sup> (Reynolds, 1984a). Foi calculada a partir dos dados de RTR, e utilizada para definir a presença de termoclina, ou seja, estratificações térmicas, na coluna d'água a partir de gradientes térmicos com valores iguais ou acima de 0,5°C.m<sup>-1</sup> (Payne, 1986).

### **Transparência da água ou transparência de Secchi (Zds)**

Foi medida com disco de Secchi, 20cm de diâmetro, com superfície dividida em quadrantes alternados pretos e brancos, acoplado a uma corda graduada. A transparência foi obtida mergulhando-se o disco no lado sombreado do barco até o seu desaparecimento (Esteves, 1998).

### **Extensão da Zona eufótica (Zeuf)**

Foi calculada multiplicando-se o valor da profundidade do disco de Secchi pelo fator 3,0 (Cole, 1983). O valor obtido foi admitido como correspondente a 1% da radiação da superfície (Esteves, 1998).

### **Coefficiente de atenuação vertical da radiação (k)**

É a taxa relativa de mudança, com a profundidade, do fluxo de densidade dos fótons incidentes. Foi calculado a partir dos valores de Zds, segundo Poole & Atkins (1929), a partir da fórmula:

$$k = 1,7 \times Zds^{-1}$$

Onde:

Zds = profundidade do disco de Secchi

1,7 = constante

### **Alcalinidade**

As amostras para análises de alcalinidade foram armazenadas em frascos de polipropileno evitando-se a formação de bolhas. No laboratório, de cada amostra, foram retiradas duas subamostras de 100 ml para procedimento titulométrico segundo Golterman & Clymo (1969). Para obtenção dos valores de alcalinidade foram utilizadas fórmulas descritas em Mackeret et al. (1978).

### **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Foram calculadas a partir dos valores de pH e alcalinidade de acordo com as fórmulas descritas em Mackeret et al. (1978).

### **Formas totais de nitrogênio e fósforo**

Para a determinação do nitrogênio e fósforo total as amostras foram fixadas com reagente oxidante (OR) em frascos de vidro Wheaton de 180 ml para posterior análise utilizando-se o método descrito por Mackeret et al. (1978) para nitrogênio total e Strickland & Parsons (1960) para fósforo total.

### **3.3.2 Variáveis bióticas**

#### **Estrutura da comunidade fitoplanctônica**

#### **Análise qualitativa**

Foram obtidas amostras integradas das quatro profundidades, concentradas em rede de plâncton com abertura de 20 µm de malha e fixadas com solução de Transeau (Bicudo

& Menezes, 2005), para auxiliar no estudo taxonômico (amostras suplementares). O material foi examinado em microscópio óptico binocular marca Zeiss, modelo Standard 20, com câmara clara e ocular de medição acoplados ao sistema óptico do microscópio. Os organismos foram identificados em nível específico e infraespecífico. A identificação taxonômica dos organismos foi baseada em publicações especializadas com a utilização de chaves de identificação, comparação de descrições e de ilustrações. Em nível gênero, a identificação foi providenciada, inicialmente, de acordo com Bourrelly (1972, 1981 e 1985), Bicudo & Bicudo (1970) e Bicudo & Menezes (2005). Para categorias infragenéricas, foi utilizada bibliografia mais especializada, dando-se especial ênfase aos trabalhos de flora, artigos e revisões, dentre eles pode-se citar as seguintes: para Chlorococcales: Komarek & Fott (1983); Volvocales: Ettl (1983); Cyanophyceae: Komárek & Anagnostidis (1986, 1989, 1999) e Anagnostidis & Komárek (1988); Bacillariophyceae: Krammer & Lange-Bertalot (1985, 1991a, 1991b); Euglenophyceae: Huber-Pestalozzi (1955) e Menezes (1994); Cryptophyceae: Castro (1993) e Menezes (1994); Chrysophyceae: Huber-Pestalozzi (1941); Xanthophyceae: Ettl (1978); e Dinophyceae: Popovský & Pfister (1990). As categorias de tamanho (pico, nano e microplâncton) identificadas na comunidade fitoplanctônica seguiram a classificação em Sieburth et al. (1978).

### **Análise quantitativa**

As amostras para a análise quantitativa foram coletadas com garrafa de Van Dorn nas quatro profundidades separadamente e armazenadas em frascos de Wheaton e fixadas com solução de lugol acético. A contagem do fitoplâncton foi feita pelo método de sedimentação (Uthermöhl, 1958), seguindo a recomendação de Lund et al. (1958). A contagem dos indivíduos foi em nível específico, com microscópio invertido da marca Zeiss, modelo Axiovert 25. Os resultados quantitativos foram expressos em termos de densidade ( $\text{ind.mL}^{-1}$ ) calculados de acordo com a fórmula sugerida por Ros (1979):

$$\text{Indivíduos.mL}^{-1} = n (\text{sc})^{-1} (1/h) (10^3 \text{mm}^3) \text{mL}^{-1}$$

Onde:

n = número de indivíduos efetivamente contados

s = área do campo de contagem ( $\text{mm}^2$ )

c = número de campos efetivamente contados

h = altura da câmara de sedimentação (mm)

Para definir as espécies abundantes e/ou dominantes, foram adotados os critérios propostos por Lobo & Leighton (1986), quais sejam, espécies cujas densidades relativas superam 50% da densidade total da amostra são consideradas dominantes e aquelas cujas densidades relativas superam a densidade média da amostra são abundantes.

As categorias de tamanho (pico, nano e microplâncton) identificadas na comunidade fitoplanctônica seguiram a classificação de Sieburth (1978).

### **Índices Biológicos**

Os índices referentes à estrutura da comunidade fitoplanctônica foram calculados a partir dos dados obtidos na análise quantitativa das amostras.

#### **Índice de Diversidade (H')** (Shannon & Wiener, 1963)

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

Onde:

$p_i = n_i \cdot N^{-1}$ : proporção do total da unidade amostral pertencente a um dado táxon

$n_i$  = densidade de cada táxon na unidade amostral

$N$  = densidade total da unidade amostral

#### **Índice de Equitabilidade (E)** (Lloyd & Ghelardi, 1964)

$$E = H' / \log_2 S$$

Onde:

$H'$  = índice de diversidade da unidade amostral

$S$  = número de táxons na unidade amostral

#### **Índice de dominância** (Simpson, 1949)

$$D = \sum (p_i)^2$$

Onde:

$p_i = n_i \cdot N^{-1}$ : proporção do total da unidade amostral pertencente a um dado táxon

$n_i$  = densidade de cada táxon na unidade amostral

$N$  = densidade total da unidade amostral

### **Índice das Diferenças Somadas (taxa de modificação da comunidade)**

A taxa de modificação da comunidade segundo Reynolds (1984b), é a medida quantitativa das variações na composição e na abundância das espécies. Foi estimada a partir das amostras obtidas de quatro em quatro dias, pelo Índice das Diferenças Somadas (SD), proposto por Lewis (1978b).

$$SD = \sum_i \{ [n_{i,t_1}/N_{t_1}] - [n_{i,t_2}/N_{t_2}] \} / (t_2 - t_1)$$

Onde:

$n_{i,t}$  = densidade da espécie  $i$  no tempo  $t$

$N_t$  = densidade total da comunidade no tempo  $t$

$t_2 - t_1$  = intervalo considerado de tempo

Para efeito de cálculo dos índices referentes à estrutura da comunidade fitoplanctônica, bem como da análise estatística dos dados, foram consideradas apenas as espécies constituintes da comunidade do fitoplâncton que apresentaram densidades relativas superiores a 0,5% da densidade total e que igualmente correspondam às espécies consideradas abundantes conforme os critérios de Lobo & Leighton (1986).

### **3.4. Tratamento Estatístico**

A análise descritiva dos dados foi utilizada como parte do tratamento estatístico, quando foi calculada a média aritmética como medida de tendência central, o desvio padrão utilizado para medir o grau de dispersão absoluta dos dados e o coeficiente de variação como medida de dispersão relativa.

Com a finalidade de estabelecer possíveis diferenças entre as variáveis e as diferentes profundidades para cada dia de amostragem foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) com nível de significância de 5%, utilizando-se o programa estatístico Systat

para Windows, versão 5.0, atendendo todos os pressupostos exigidos para a realização do mesmo.

A Análise de Componentes Principais (APC), foi utilizada para ordenar as unidades amostrais da estação chuvosa e seca, dias e profundidades em relação às variáveis estudadas.

Uma Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi utilizada para ordenar as unidades amostrais e correlacionar variáveis abióticas e as espécies fitoplanctônicas representativas da comunidade, com o propósito de determinar as principais variáveis abióticas responsáveis pela maior variabilidade da comunidade fitoplanctônica no sistema. Para estas análises foi utilizado o programa estatístico PC-ORD para Windows, versão 3.11.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

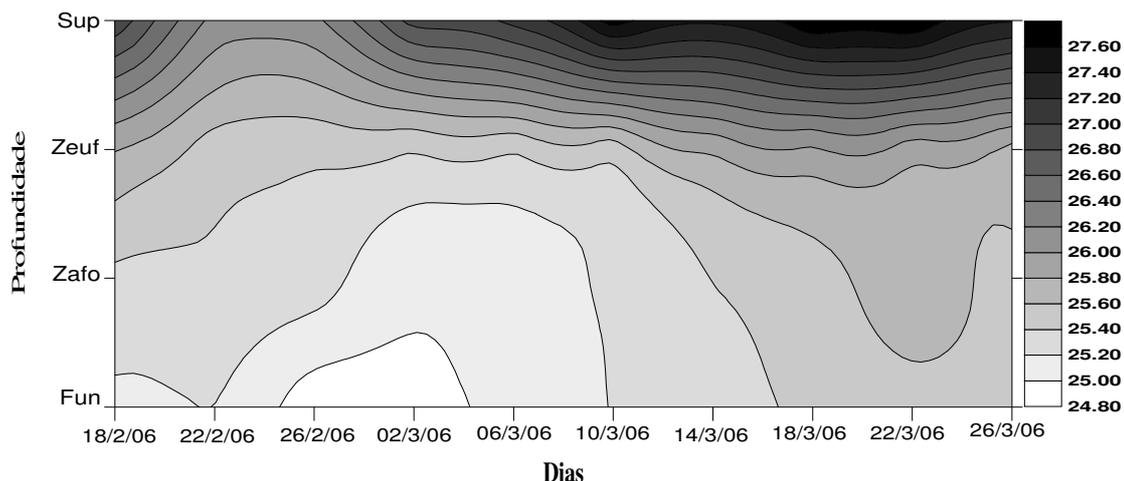
### **4.1. Variáveis abióticas**

#### **4.1.1. Estrutura térmica**

Embora o lago do Viveiro seja um reservatório raso, com profundidade máxima ( $Z_{\max}$ ) de 2,40 m, foi observada forte tendência à estratificação térmica da coluna d'água na estação chuvosa. Ao contrário desta última, a estação seca apresentou tendência à mistura, com exceção dos dias 27/agosto e 20/setembro, os quais apresentaram formação de termóclinas.

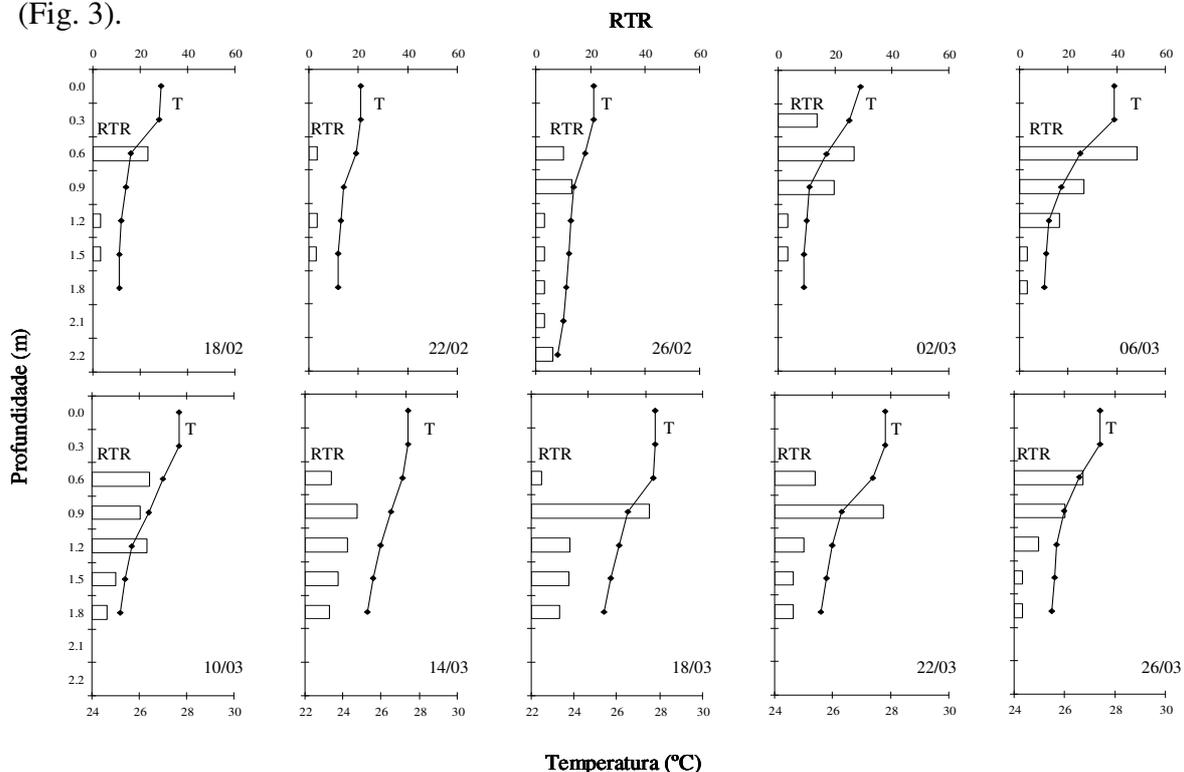
##### **4.1.1.1. Perfil térmico na estação chuvosa (18 de fevereiro a 26 de março de 2006)**

Na estação chuvosa a temperatura da água variou de 24,9 a 27,8°C, sendo que a mínima foi registrada no fundo, no dia 26/fevereiro e a máxima na superfície no dia 22/março. O valor médio foi 25,8°C e o Coeficiente de Variação (CV) =3,3%. As isolinhas representativas da profundidade e tempo permitem melhor visualização das variações da temperatura da água, onde é possível perceber forte tendência a estratificações, com as temperaturas mais elevadas na superfície e as mais baixas localizadas no fundo do lago, mas com tendência à mistura no dia 22/fevereiro (Fig. 2). As termóclinas posicionaram-se na camada entre 0,6 e 0,9 m de profundidade (entre a superfície e a zona afótica).

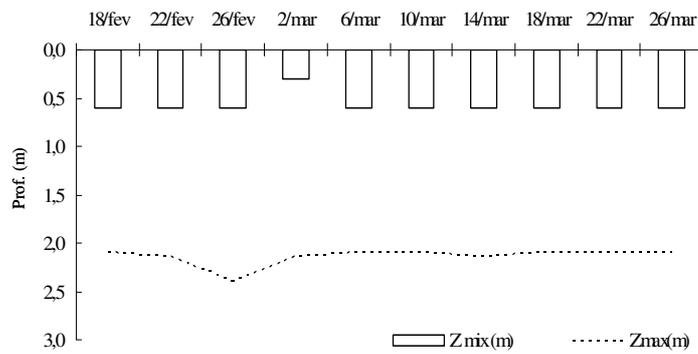


**Figura 2.** Isolinhas de profundidade e tempo da temperatura da água (°C) no lago do Viveiro no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (superfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afó}$  (Zona afótica) e Fun (fundo).

Foi possível observar que durante todo o período estudado foram encontradas termóclinas, ou seja, estratificações térmicas na coluna d'água a partir de gradientes térmicos e de densidade com descontinuidade de  $0,5^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$  (Payne, 1986), embora diferenças de temperatura da ordem de  $0,1-0,2^{\circ}\text{C}$  possam, em lagos de águas quentes ( $\sim 25^{\circ}\text{C}$ ), gerar também gradientes de densidade consideráveis na coluna d'água (Lewis, 1983). Os valores de RTR mostram termóclinas bem definidas nos dias 18/fevereiro e 02, 06, 18, 22/março, e não muito bem definidas nos dias 22, 26/fevereiro e 10, 14, 26/março (Fig. 3).



**Figura 3.** Perfis verticais da temperatura da água (°C) e da resistência térmica relativa (RTR) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

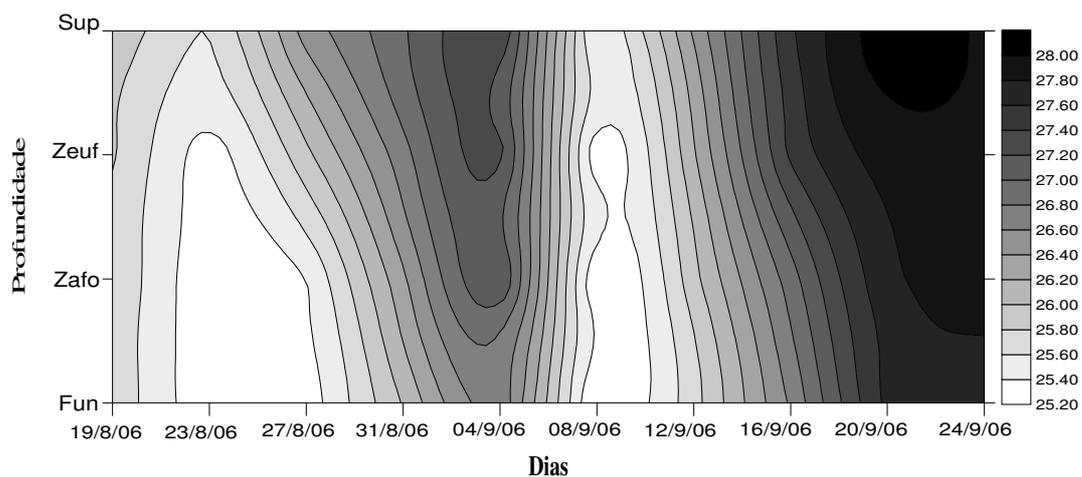


**Figura 4.** Variações da profundidade da zona de mistura (m) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26março/2006 (estação chuvosa).

Esta forte tendência à estratificação foi acompanhada por uma forte resistência à mistura, o que pode ser comprovado pelos altos valores da RTR (Fig. 2) e pela profundidade da  $Z_{mix}$  (zona de mistura), a qual se estendeu somente até 0,30 m no dia 02/março, e nos demais dias até 0,60 m (Fig. 4).

#### 4.1.1.2. Perfil térmico na estação seca (19 de agosto a 24 de setembro de 2006)

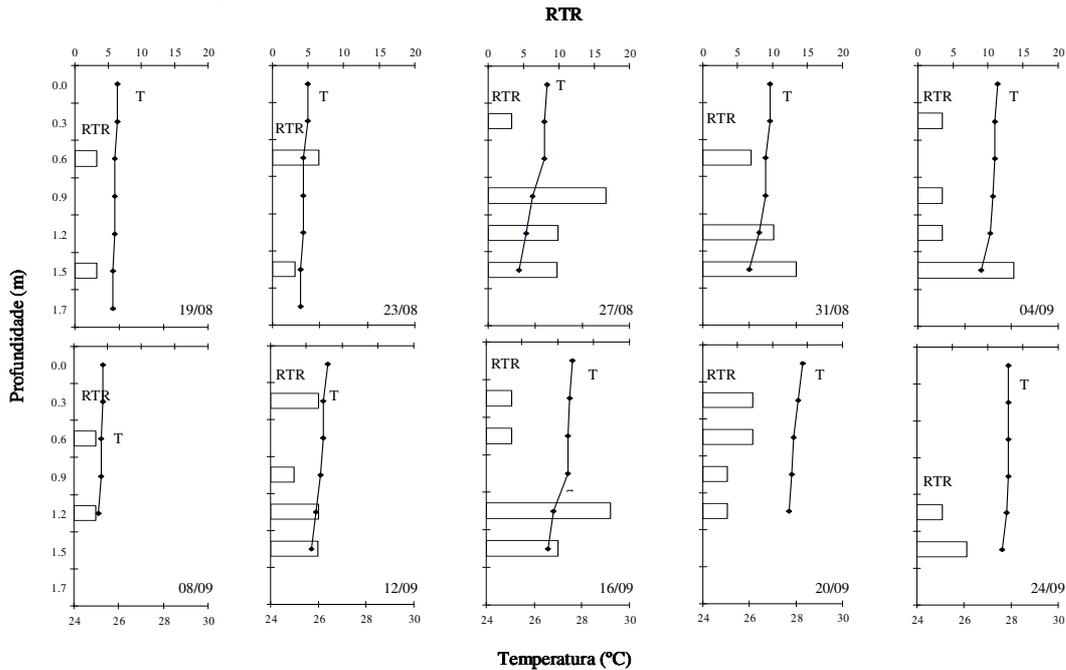
Na estação seca a temperatura da água variou de 25,2 a 28,1°C, com a mínima registrada no fundo, no dia 8/set (6º dia) e a máxima na superfície, no dia 20/set (9º dia). A média para a estação seca foi 26,5°C e o CV=3,7%. As isolinhas representativas de profundidade e tempo possibilita-nos observar que o lago mostrou tendência a isotermita durante todos os dias de amostragem, ao contrário do ocorrido no período chuvoso, sendo os dois últimos dias os mais quentes da estação (Fig. 5).



**Figura 5.** Isolinhas de profundidade e tempo da temperatura da água (°C) no lago do Viveiro no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (superfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afo}$  (Zona afótica) e Fun (fundo).

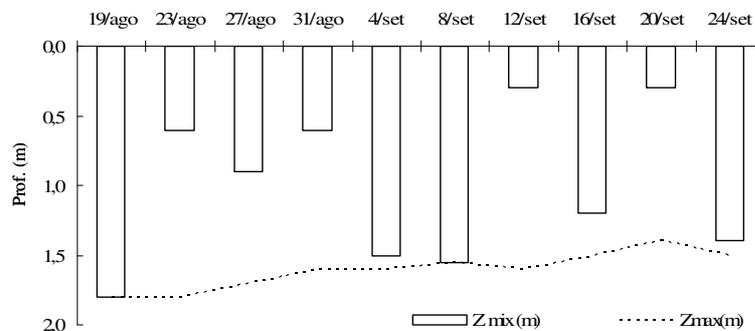
Foi observada tendência à mistura da coluna d'água em todos os dias amostrados, como consta nos gráficos de resistência térmica relativa (RTR) e temperatura, os quais

mostram os baixos valores da RTR e conseqüente mistura da coluna d'água (Fig. 6). O gradiente de temperatura observado nos dias 27/agosto e 16/setembro, quando foram observados maiores valores de RTR, possivelmente não foram suficientes para manter a formação da termóclina se considerarmos a profundidade do gradiente e a profundidade da zona de mistura. Esta estação não apresentou formação de termóclinas nem hipolímnio característico, ou seja, camada mais fria e relativamente inalterada com temperatura e densidade homogêneas (Wetzel, 1993).



**Figura 6.** Perfis verticais da temperatura da água (°C) e da resistência térmica relativa (RTR) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Mistura completa da coluna d'água foi observada nos dias 19/agosto e 08/setembro. Mistura quase total foi registrada no dia 04 e 24/setembro e o valor mínimo para a profundidade da  $Z_{mix}$  nos dias 12 e 20/setembro (Fig. 7). A extensão da  $Z_{mix}$  pode ser comprovada através dos baixos valores da RTR.



**Figura 7.** Variações diárias da profundidade da zona de mistura (m) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Segundo Tundisi et al. (1984), quando a profundidade da zona de mistura é menor do que a profundidade do lago pode-se dizer que o corpo d'água apresenta um ciclo diurno de estratificação e mistura acima da zona de mistura, mas a água abaixo desta faixa permanece parada. Esta hipótese, elaborada para o padrão de mistura em lagos amazônicos, concorda plenamente com o padrão de estratificação verificado no lago do Viveiro na estação chuvosa, mas não com a seca, pois houve momentos em que a profundidade da zona de mistura atingiu a profundidade total do lago.

Ao contrário do que foi registrado para o Lago do IAG (SP), por Lopes et al. (2005), o lago do Viveiro apresentou temperaturas mais baixas durante a estação chuvosa e mais elevadas na seca, concordando com Almeida (2000), Marcelino (2005) e Darwich et al. (2005).

#### 4.1.2. Estrutura óptica

A transparência, a qual é medida através do disco de Secchi, é dada em função da reflexão/refração da luz na superfície do corpo d'água, e é influenciada pelas características da absorção da água e da matéria nela dissolvida ou em suspensão (Wetzel, 1993). Segundo Esteves (1998), dados sobre a qualidade e a quantidade de radiação não são fornecidos pela profundidade do disco de Secchi ( $Z_{ds}$ ), no entanto, pode-se utilizar essa medida de  $Z_{ds}$  para efeito de cálculo indireto do coeficiente de atenuação vertical da luz ( $k$ ).

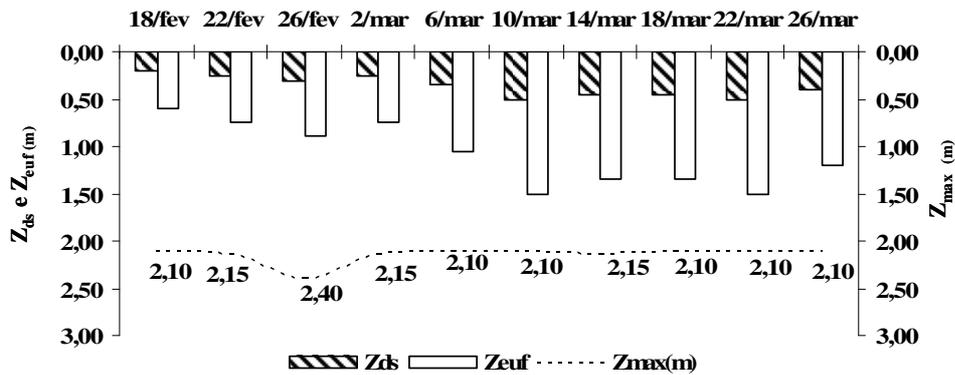
A transparência no lago do Viveiro não apresentou o mesmo padrão nas duas estações climáticas estudadas. A extensão da zona eufótica ( $Z_{euf}$ ), por ser calculada a partir da transparência (Cole, 1983), comportou-se de maneira semelhante, mostrando-se pouco extensa na estação chuvosa (Tab. I). O contrário ocorreu na estação seca, quando a  $Z_{euf}$  alcançou a profundidade máxima do lago, com exceção dos dois primeiros (19 e 23/agosto).

**Tabela I.** Valores máximos, médios e mínimos e coeficientes de variação para a transparência da água (disco de Secchi -  $Z_{ds}$ ), zona eufótica ( $Z_{euf}$ ), coeficiente de atenuação vertical da luz ( $k$ ) e profundidade máxima ( $Z_{max}$ ) no lago do Viveiro, nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Estação		$Z_{ds}$ (m)	$Z_{euf}$ (m)	K	$Z_{max}$ (m)
Chuvosa	Máximo	0,50	1,50	8,50	2,40
	Mínimo	0,20	0,60	3,40	2,10
	Média	0,37	1,10	5,12	2,15
	CV(%)	30,32	30,32	34,24	4,30
Seca	Máximo	0,90	2,70	4,25	1,80
	Mínimo	0,40	1,20	1,89	1,40
	Média	0,71	2,13	2,60	1,61
	CV(%)	25,24	25,24	34,46	8,10

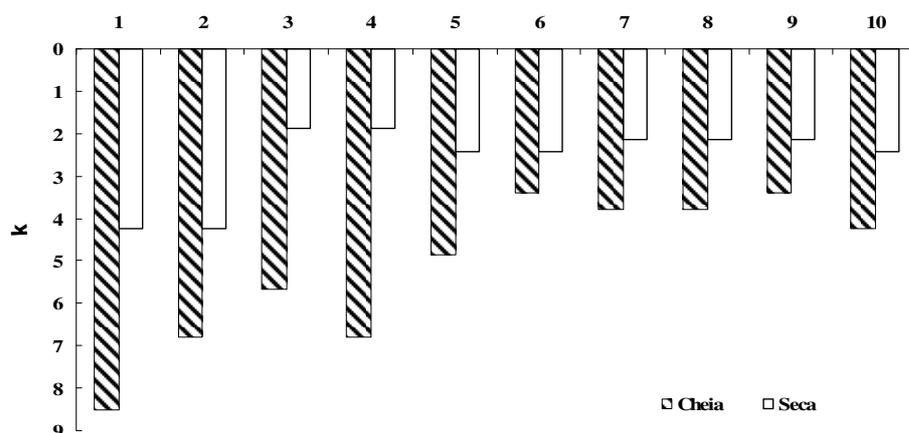
#### 4.1.2.1. Perfil óptico na estação chuvosa (18 de fevereiro a 26 de março de 2006)

Como pode ser visto na Tabela I, a transparência foi menor na estação chuvosa, com valor médio de 0,37 m e o CV=30,32%. Os baixos valores de transparência (Fig. 8) sugerem presença de muito material em suspensão (Esteves, 1998), o que pode estar associado com a grande quantidade de chuvas nessa estação.



**Figura 8.** Variações diárias de transparência da água ( $Z_{ds}$ ) e da profundidade da zona eufótica ( $Z_{euf}$ ) no lago do Viveiro, nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

O coeficiente de atenuação vertical da luz ( $k$ ), calculado a partir dos valores de transparência obtidos pelo disco de Secchi, é medida indireta da atenuação da radiação solar que penetra a água (Henry, 1990). Os altos valores de  $k$  detectados para a estação chuvosa (Tab. I e Fig. 9) são indícios da alta atenuação da radiação e, conseqüentemente, menor penetração de luz no lago.

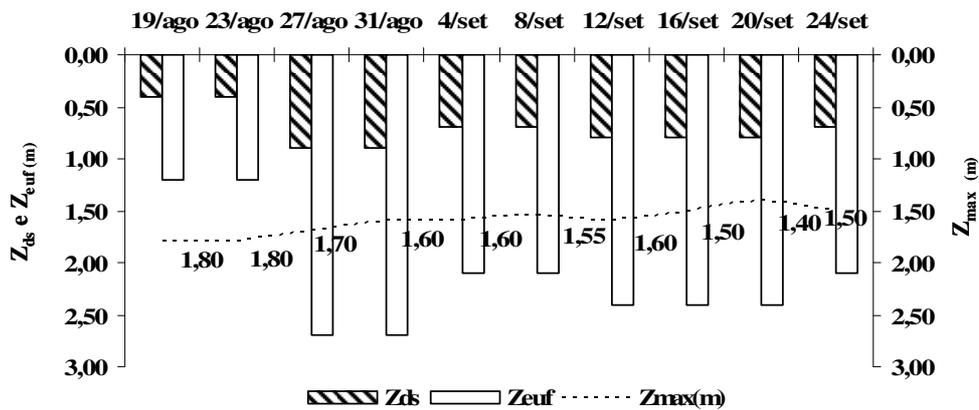


**Figura 9.** Variações diárias do coeficiente de atenuação vertical da luz ( $k$ ) no lago do Viveiro, nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Foi possível calcular, a partir dos valores da transparência de Secchi, a extensão da zona eufótica, a qual apresentou uma média de 1,10 m (Tab. I) e considerando a profundidade máxima ( $Z_{max}$ )=2,15 m, percebe-se que houve disponibilidade parcial de luz ao longo da coluna d'água durante essa estação (Fig. 8).

#### 4.1.2.2. Perfil óptico na estação seca (19 de agosto a 24 de setembro de 2006)

Na estação seca, os valores de transparência foram maiores do que na chuvosa, com valor médio de 0,71 m e CV=25,24% (Tab. 1). Os altos valores da transparência (Fig. 10) indicam presença de pouco material em suspensão na coluna d'água (Esteves, 1998). Esta pequena quantidade de material em suspensão pode estar relacionada com a ausência de chuvas e, conseqüentemente, com a não entrada de material alóctone através da lixiviação para o interior do lago. Tal observação corrobora as conclusões de Almeida (2000), para um lago de planície de inundação do rio Acre.



**Figura 10.** Variações diárias de transparência da água ( $Z_{ds}$ ) e da profundidade da zona eufótica ( $Z_{euf}$ ) no lago do Viveiro, nos períodos de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Os valores do coeficiente de atenuação vertical da luz ( $k$ ) foram mais baixos na época seca do que na chuvosa (Tab. I e Fig. 8), indicando baixa atenuação da radiação luminosa, existência de pouco material em suspensão, e alta penetração da luz no reservatório.

Os valores calculados para a profundidade da zona eufótica ( $Z_{euf}$ ) foram maiores na estação seca do que na chuvosa (Tab. I) e mostraram total ausência de zona afótica na seca, salvo os dias 19 e 23/agosto (Fig. 10). É importante ressaltar que a penetração de luz até o fundo também está relacionada com os baixos valores de  $k$ , comentados acima.

### 4.1.3. Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é uma das variáveis fundamentais na dinâmica dos lagos. É essencial ao metabolismo da maioria dos seres vivos aquáticos e, indispensável aos aeróbios. Sendo assim, a solubilidade e a dinâmica deste componente nos lagos formam a base de compreensão da distribuição, do comportamento e do desenvolvimento dos organismos aquáticos. A dinâmica da concentração de OD é dada pelo equilíbrio entre a entrada do gás proveniente da atmosfera e da produção pela fotossíntese e contrabalançada pelo metabolismo de consumo (Wetzel, 1993).

Neste trabalho, o padrão de distribuição vertical do OD foi diferente para as duas estações climáticas. Na estação chuvosa, o oxigênio apresentou perfil clinogrado, contudo na seca, seu padrão de distribuição vertical foi distinto, não apresentando padrão definido de distribuição.

#### 4.1.3.1. Perfil vertical do oxigênio dissolvido na estação climática chuvosa (18 de fevereiro a 26 de março de 2006)

O OD na estação chuvosa, variou de 0,39 a 6,90 mg.L<sup>-1</sup>, sendo a mínima registrada a 1,70 m de profundidade (correspondendo a zona afótica) no dia 22/março, e a máxima na superfície deste mesmo dia (Tab. II). O valor médio para a estação foi 1,97 mg.L<sup>-1</sup> e o CV=129,30% (Tab. III).

**Tabela II.** Valores máximos, médios, mínimos e coeficientes de variação por profundidade para a temperatura (°C), CO<sub>2</sub> livre (mg.L<sup>-1</sup>), oxigênio dissolvido (OD-mg.L<sup>-1</sup>), pH, alcalinidade (Alc-mEq.L<sup>-1</sup>), condutividade (Cnd-µS.cm<sup>-1</sup>), nitrogênio total (NT-µg.L<sup>-1</sup>) e fósforo total (PT-µg.L<sup>-1</sup>) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

		°C	OD	CO <sub>2</sub>	pH	Alc	Cnd	NT	PT
<b>Superfície</b>	Máximo	27,82	6,90	103,35	5,94	0,29	20,00	1365,80	13,80
	Mínimo	26,13	5,60	18,84	5,43	0,15	16,00	336,33	0,00
	Média	27,14	6,30	49,73	5,66	0,22	18,70	807,10	3,28
	CV (%)	2,30	5,77	56,85	3,33	20,61	6,20	43,95	150,28
<b>Zona eufótica</b>	Máximo	25,95	1,25	183,86	5,81	0,32	64,00	1357,61	11,11
	Mínimo	25,40	0,44	34,90	5,24	0,18	17,00	500,17	0,00
	Média	25,63	0,60	100,48	5,48	0,24	36,90	938,85	2,09
	CV (%)	0,84	44,32	54,64	3,97	18,47	40,43	36,39	181,02
<b>Zona afótica</b>	Máximo	25,74	0,97	340,12	5,96	0,34	79,00	1394,47	15,06
	Mínimo	25,04	0,39	49,37	5,09	0,17	15,00	580,72	0,00
	Média	25,37	0,52	123,73	5,54	0,25	48,20	912,37	3,66
	CV (%)	0,82	35,28	71,44	5,17	25,24	42,43	33,49	160,34
<b>Fundo</b>	Máximo	25,56	0,49	286,11	6,07	0,63	97,00	1520,08	23,13
	Mínimo	24,87	0,42	57,97	5,05	0,16	16,00	7,28	0,00
	Média	25,23	0,45	147,47	5,63	0,29	54,50	1061,19	3,74
	CV (%)	0,95	5,00	51,72	5,68	46,00	51,72	42,23	208,03

A análise do OD na estação chuvosa mostrou altos níveis de concentração somente na superfície (Tab. II, Fig. 11 e 12). A ANOVA revelou variabilidade significativa entre as profundidades, mas não entre os dias de amostragem, indicando distribuição vertical heterogênea da variável (Tab. IV).

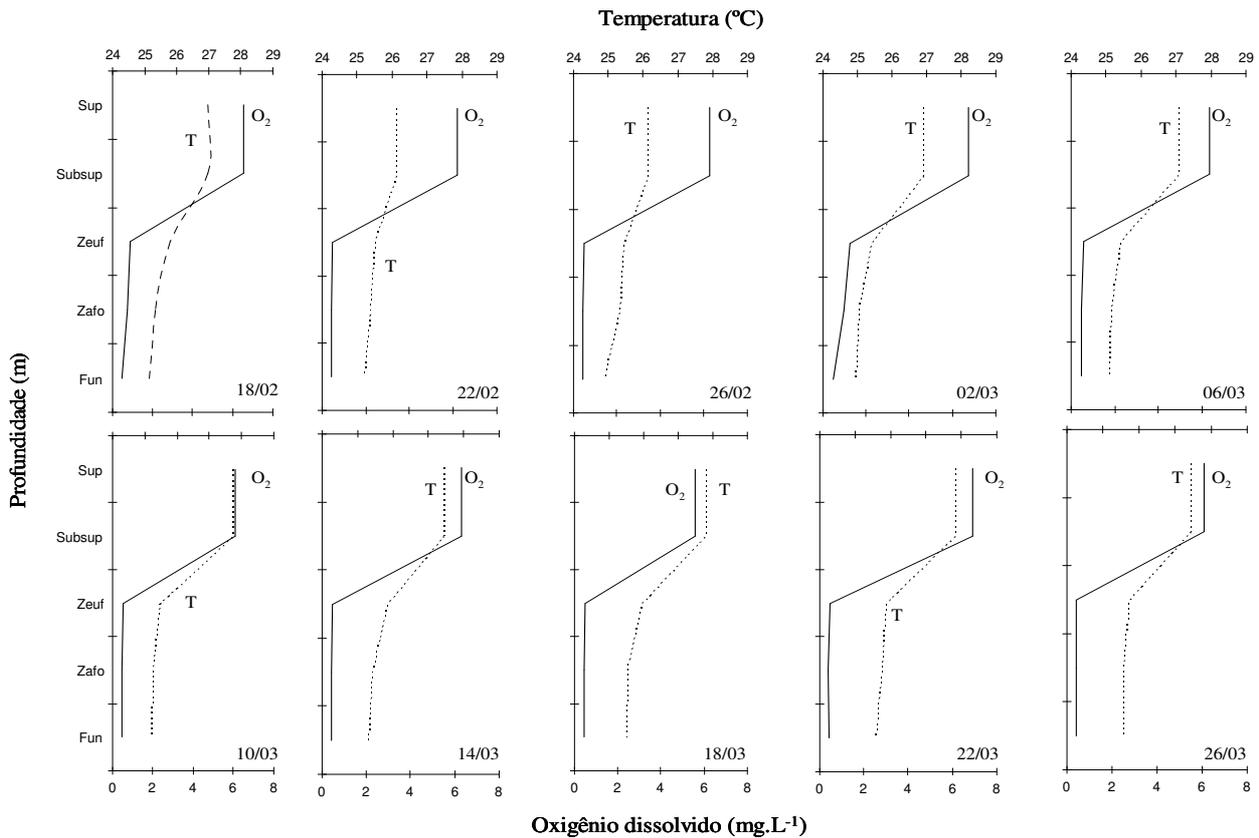
**Tabela III.** Valores máximos, médios, mínimos e coeficientes de variação por estação para a temperatura (°C), CO<sub>2</sub> livre, oxigênio dissolvido (OD), pH, alcalinidade (Alc), condutividade (Cnd), nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) no lago do Viveiro, nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

		°C	OD	CO <sub>2</sub>	pH	Alc	Cnd	NT	PT
<b>Chuvosa</b>	Máximo	27,82	6,90	340,12	6,07	0,63	97,00	1520,08	23,13
	Mínimo	24,87	0,39	18,84	5,05	0,15	15,00	7,28	0,00
	Média	25,85	1,97	105,35	5,57	0,25	39,58	928,88	3,19
	CV (%)	3,30	129,30	69,5	4,60	33,30	57,70	39,11	175,14
<b>Seca</b>	Máximo	28,14	1,37	151,04	7,03	0,40	37,00	2896,36	12,98
	Mínimo	25,16	0,00	41,76	6,60	0,17	17,00	76,45	0,00
	Média	26,48	0,33	81,20	6,81	0,25	21,08	471,10	1,63
	CV (%)	3,70	108,50	38,70	1,60	17,20	28,10	92,2	193,76

**Tabela IV.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do oxigênio dissolvido no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

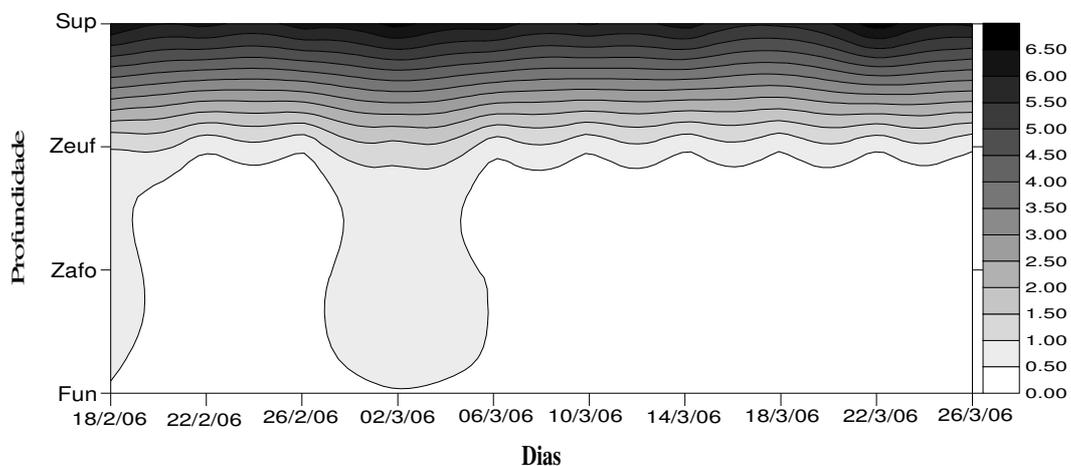
<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	1404,17	0,02
<b>p</b>	0,000	1,00

A variação espacial do OD entre as profundidades revelou existir padrão definido de distribuição na coluna d'água, com diminuição das concentrações da superfície ao fundo do reservatório em todos os dias de amostragem. Este padrão verificado para o OD na presente estação, onde os níveis mais altos de OD foram medidos na parte superior da coluna d'água e os mais baixos em sua parte inferior estabeleceram, em todos os dias de amostragem, padrão de distribuição com perfis do tipo clinogrado de oxigênio descrito em Wetzel (1993), onde o hipolímnio apresenta-se anaeróbico. Condições semelhantes também foram verificadas durante o período chuvoso por Marcelino (2005) no lago Amapá (AC). Tal padrão verificado para o OD, revelou forte relação com a estratificação térmica, pois quando comparamos os perfis verticais de OD com os perfis de temperatura, nota-se que a estratificação térmica é também acompanhada por estratificação do OD (Fig. 11).



**Figura 11.** Perfis verticais de oxigênio dissolvido ( $O_2$ ) e temperatura (T) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície), Subsup (Subsuperfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afo}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

O gráfico de isolinhas de profundidade e tempo permite melhor visualização das variações diárias do teor de OD, bem como possibilita observar a existência de padrão de distribuição vertical desta variável, em que as maiores concentrações estão na superfície e as menores no fundo do lago (Fig. 12).



**Figura 12.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de oxigênio dissolvido ( $mg.L^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afo}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

#### 4.1.3.2. Perfil vertical do oxigênio dissolvido na estação climática seca (19 de agosto a 24 de setembro de 2006)

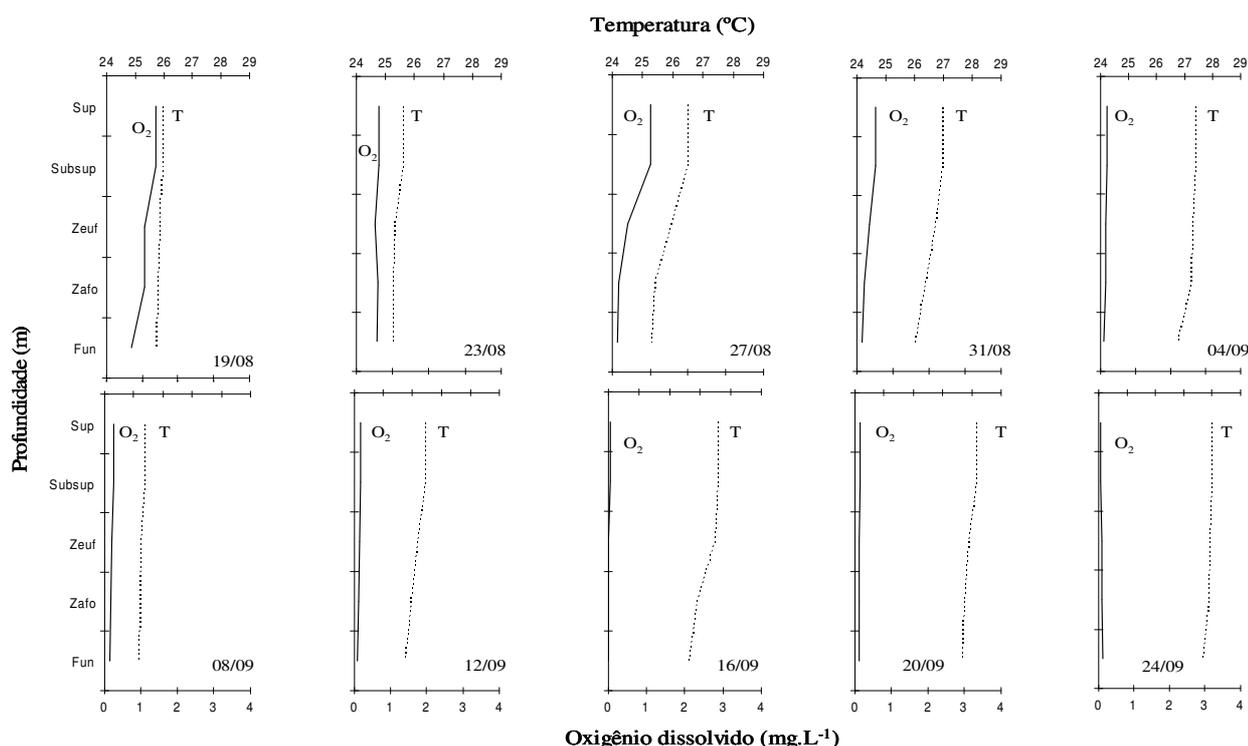
Na estação seca, os valores das concentrações de OD foram menores do que na chuvosa, mostrando-se baixos em toda a extensão da coluna d'água. O mesmo variou de 0,0 a 1,37 mg.L<sup>-1</sup>, sendo a mínima encontrada na zona eufótica (Z<sub>euf</sub>), zona afótica (Z<sub>afó</sub>) e fundo do dia 16/setembro, e a máxima 1,37 mg.L<sup>-1</sup> registrada na superfície do dia 19/agosto (Tab.V). O valor médio para a estação foi 0,33 mg.L<sup>-1</sup> e o CV=108,50% (Tab. III).

A ANOVA detectou variabilidade significativa entre os dias, mas não entre profundidades (Tab. VI), mostrando tendência à homogeneidade dos teores de oxigênio dissolvido em toda coluna d'água durante a estação seca.

O perfil vertical de OD, quando comparado com o perfil vertical da temperatura, não apresentou padrão definido de distribuição (Fig. 13), demonstrando que, provavelmente, ocorreram misturas diárias da coluna d'água nessa estação, como foi comentado anteriormente no tópico sobre estrutura térmica. Condições de homogeneidade dos teores de oxigênio dissolvido em toda coluna d'água também foram encontradas na estação seca por Almeida (2000) no lago Amapá (AC).

**Tabela V.** Valores máximos, médios, mínimos e coeficientes de variação por profundidade para temperatura (°C), CO<sub>2</sub> livre, oxigênio dissolvido (OD), pH, alcalinidade (Alc), condutividade (Cnd), nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

		°C	OD	CO <sub>2</sub>	pH	Alc	Cnd	NT	PT
<b>Superfície</b>	Máximo	28,14	1,37	119,97	7,03	0,40	20,00	657,25	1,07
	Mínimo	25,37	0,05	42,59	6,63	0,22	17,00	88,10	0,00
	Média	26,79	0,44	69,84	6,83	0,27	17,90	386,17	0,26
	CV (%)	3,66	102,72	37,32	1,85	21,30	6,15	47,41	167,13
<b>Zona eufótica</b>	Máximo	27,92	1,06	132,75	6,96	0,30	23,00	758,22	12,98
	Mínimo	25,24	0,00	48,54	6,69	0,17	17,00	99,74	0,00
	Média	26,58	0,30	84,06	6,82	0,24	18,20	431,55	2,69
	CV (%)	3,83	102,48	40,68	1,35	14,96	10,30	46,88	155,79
<b>Zona afótica</b>	Máximo	27,87	1,06	137,59	6,95	0,35	37,00	644,89	10,11
	Mínimo	25,20	0,00	41,76	6,60	0,22	17,00	76,47	0,00
	Média	26,37	0,27	85,44	6,78	0,25	21,30	373,57	1,20
	CV (%)	3,86	120,12	39,87	1,77	17,23	29,45	48,77	261,68
<b>Fundo</b>	Máximo	27,67	0,70	151,04	6,94	0,30	37,00	2896,36	9,14
	Mínimo	25,16	0,00	45,19	6,68	0,21	18,00	245,56	0,00
	Média	26,19	0,21	85,45	6,79	0,25	26,90	695,10	2,37
	CV (%)	3,62	111,17	38,23	1,36	13,59	26,20	114,86	142,37



**Figura 13.** Perfis verticais de oxigênio dissolvido ( $O_2$ ) e temperatura (T) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície), Subsup (Subsuperfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afó}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

**Tabela VI.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do oxigênio dissolvido no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

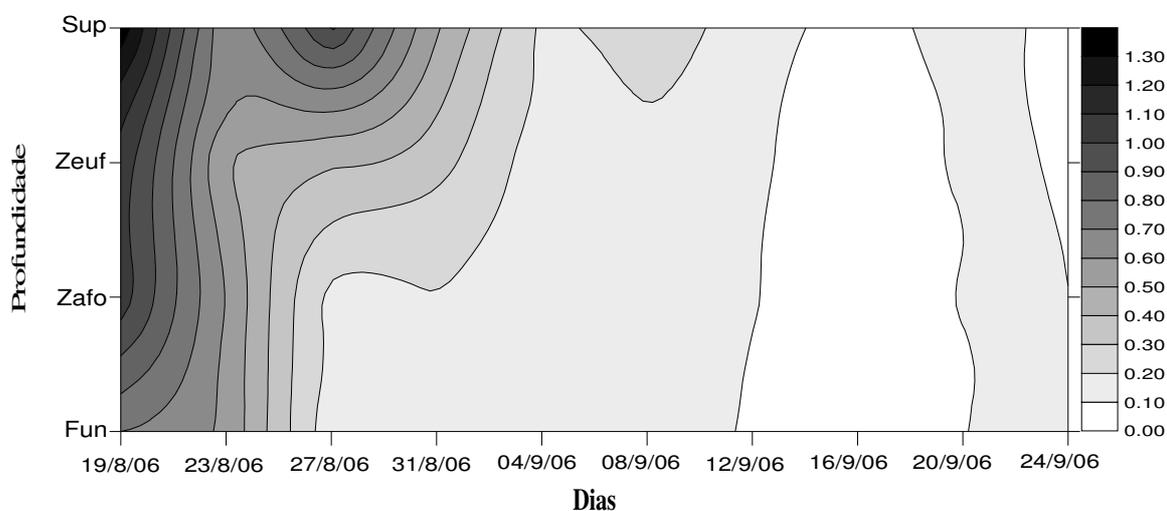
Estatística	Profundidades	Dias
F	0,43	14,12
p	0,735	0,000

O gráfico de isolinhas de profundidade e tempo facilita a visualização das variações diárias do oxigênio dissolvido, permitindo observar a distribuição irregular desta variável (Fig. 14).

A diferença na quantidade de OD detectada entre as estações chuvosa e seca pode ser explicada pelo balanço do oxigênio, o qual está profundamente relacionado com a temperatura do ecossistema. Schäfer (1985) afirma que a baixa temperatura atua como um “refrigerador”, impedindo, ou dificultando, a decomposição do material orgânico. No entanto em ecossistemas aquáticos tropicais, como o presentemente estudado, onde a temperatura é alta (em torno de  $25^{\circ}\text{C}$ ), a conservação da matéria orgânica não ocorre.

Seguindo essa linha de raciocínio, no presente trabalho, concomitante ao aumento da temperatura, ocorre a diminuição da solubilidade de oxigênio na água, devido ao

aumento dos processos biológicos, o que poderia explicar as baixas concentrações de OD nessa estação.



**Figura 14.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície),  $Z_{\text{euf}}$  (Zona eufótica),  $Z_{\text{afo}}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

#### 4.1.4. Dióxido de carbono livre ( $\text{CO}_2$ livre)

O consumo e produção de  $\text{CO}_2$ , que resultam da respiração e fotossíntese, respectivamente, são avaliadas a partir das variações da soma de todas as formas carbonatadas dissolvidas (Carmouze, 1994). Como neste trabalho não tivemos o propósito de avaliar as taxas metabólicas de produção/respiração, mas sim verificar a disponibilidade de  $\text{CO}_2$  para a comunidade fitoplanctônica na coluna d'água, somente o  $\text{CO}_2$  livre será utilizado na discussão. Além disso, o  $\text{CO}_2$  livre é a forma de carbono mais prontamente utilizada por quase todas as algas e plantas aquáticas (Wetzel, 1993).

##### 4.1.4.1. Perfil vertical do $\text{CO}_2$ livre na estação climática chuvosa (18 de fevereiro a 26 de março de 2006)

O  $\text{CO}_2$  livre na estação chuvosa, variou de 18,84 a 340,12  $\text{mg.L}^{-1}$ , sendo a mínima registrada na superfície do dia 18/fevereiro, e a máxima na zona afótica do dia 22/março (Tab. II). O valor médio para a estação foi 105,35  $\text{mg.L}^{-1}$  e o  $\text{CV}=69,5\%$  (Tab. III).

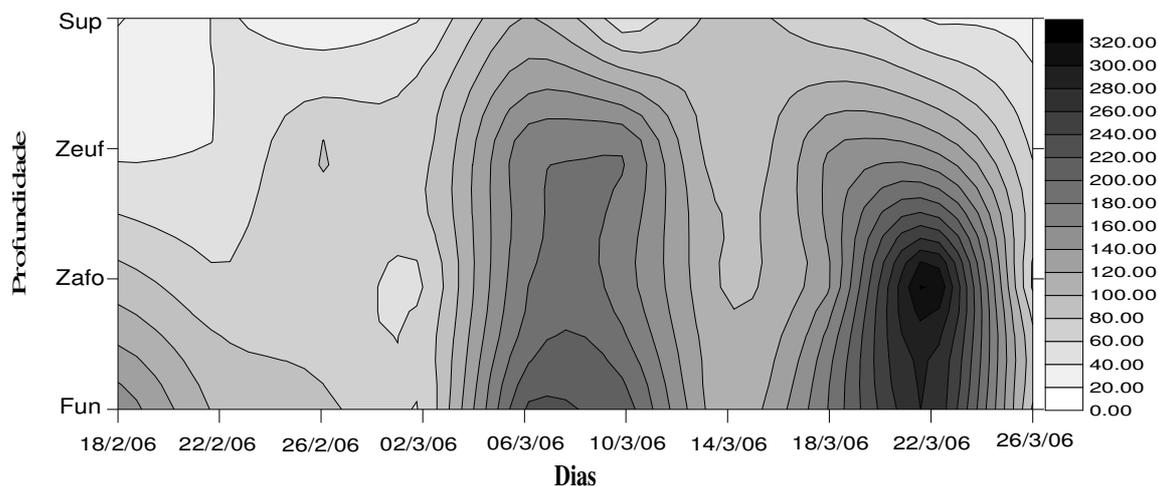
Na estação chuvosa, os valores de  $\text{CO}_2$  livre foram maiores do que os medidos na seca, tendo os menores valores sido registrados na superfície do reservatório. E de acordo com o esperado, a maior parte dos valores mais elevados de  $\text{CO}_2$  livre foi encontrada no

fundo (observar médias das profundidades na Tab. II). Observou-se variação significativa entre profundidades e dias de amostragem (Tab. VII).

**Tabela VII.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do CO<sub>2</sub> livre no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	4,00	3,15
<b>p</b>	0,015	0,009

As isolinhas representativas de profundidade e tempo (Fig. 15) permitem observar que a concentração foi crescente, no sentido superfície - fundo ao longo de toda a coluna d'água, sendo que o dia 22/março apresentou valor mais elevado. Apresentaram tendência a estratificação nos dias 6, 10 e 22 de março.



**Figura 15.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de CO<sub>2</sub> livre (mg.L<sup>-1</sup>) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície), Z<sub>euf</sub> (Zona eufótica), Z<sub>afo</sub> (Zona afótica) e Fun (Fundo).

Possivelmente, os valores maiores de CO<sub>2</sub> livre nessa estação estão relacionados com o aporte de matéria orgânica lixiviada do solo, altas temperaturas, estratificação térmica, e condições de hipoxia no fundo do lago. Isso porque, de acordo com Esteves (1998), a decomposição da matéria orgânica e a respiração dos organismos, causas do aumento do CO<sub>2</sub>, são favorecidas pelas altas temperaturas, e mesmo curtos períodos de estratificação térmica são suficientes para gerar um acentuado gradiente de concentração de CO<sub>2</sub>.

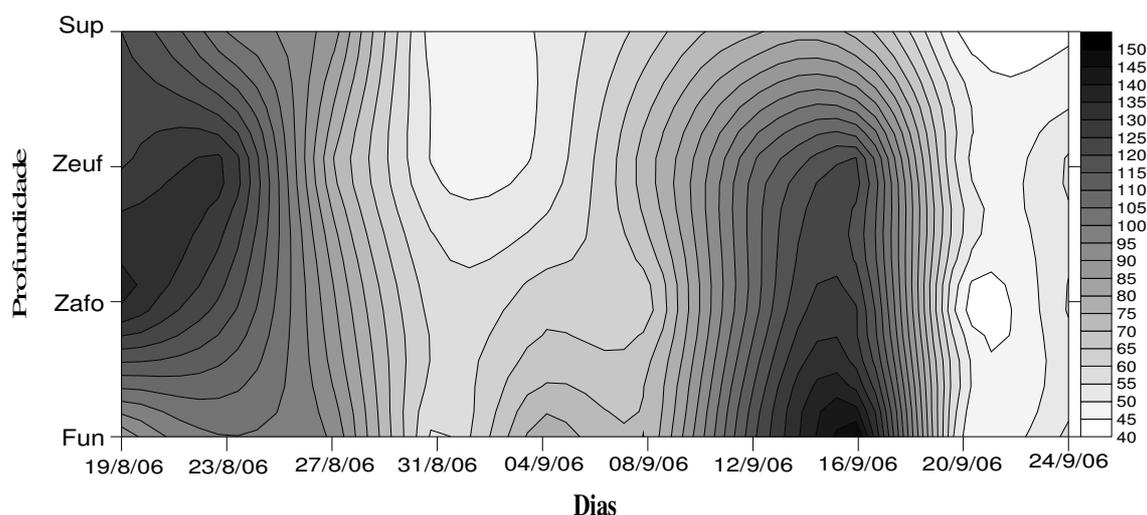
#### 4.1.4.2. Perfil vertical do CO<sub>2</sub> na estação climática seca (19 de agosto a 24 de setembro de 2006)

Na estação seca, como seria de se esperar, os valores de CO<sub>2</sub> livre foram menores do que os registrados na época chuvosa, variando de 41,76 a 151,04 mg.L<sup>-1</sup>, com a mínima registrada na zona afótica do dia 20/setembro, e a máxima no fundo do dia 16/setembro (Tab. V). O valor médio para a estação foi 81,20 mg.L<sup>-1</sup> e o CV=38,70% (Tab. III). A variabilidade foi significativa entre os dias, mas não entre as profundidades (Tab. VIII). Concentrações muito menores, em torno de 1,24 mg.L<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, foram observadas por Ramírez & Díaz (1994) na Laguna do Parque Norte, na Colômbia, um ecossistema descrito pelos autores como polimítico e pouco profundo (1,61m de profundidade média).

**Tabela VIII.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do CO<sub>2</sub> livre no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	0,57	13,28
<b>p</b>	0,641	0,000

As isolinhas representativas de profundidade e tempo (Fig. 16) possibilitam observar que a concentração de CO<sub>2</sub> livre foi maior no fundo, na maioria dos dias amostrados, mas mostram também que a distribuição se deu por toda a coluna d' água.



**Figura 16.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de CO<sub>2</sub> livre (mg.L<sup>-1</sup>) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície), Z<sub>euf</sub> (Zona eufótica), Z<sub>afo</sub> (Zona afótica) e Fun (Fundo).

Padrão de distribuição do CO<sub>2</sub> livre nas estações chuvosa e seca, com o aumento para o fundo do sistema, foi também observado por Marcelino (2005), no lago Amapá (AC), o qual faz parte da mesma bacia hidrográfica.

As estações chuvosa e seca apresentaram padrão de distribuição semelhante para CO<sub>2</sub> no que diz respeito ao aumento da concentração deste em direção ao fundo do sistema, o que possivelmente está relacionado aos processos de decomposição e respiração desenvolvidos pelos organismos heterotróficos (Esteves, 1998). Contudo, deve-se considerar a contribuição dos organismos autótrofos, na estação seca, visto que nessa época houve penetração de luz até o fundo. Tal fato pode ter sido decisivo na diminuição da concentração do CO<sub>2</sub> nessa estação em relação à chuvosa.

#### 4.1.5. Alcalinidade e pH

A alcalinidade da água refere-se à quantidade e ao tipo de compostos nela presentes que, em conjunto, provocam a virada do pH de neutro para básico. Esta propriedade é, em geral, devida à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos no ambiente. O sistema de equilíbrio CO<sub>2</sub> – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> - CO<sub>3</sub> é o principal mecanismo tamponante em ecossistemas de água doce (Wetzel, 1993).

Nas duas estações de amostragem, tanto pH quanto alcalinidade, não apresentaram padrão bem definido de distribuição, contudo mostraram tendência à homogeneidade.

##### 4.1.5.1. Perfil vertical de alcalinidade e pH na estação climática chuvosa (18 de fevereiro a 26 de março de 2006)

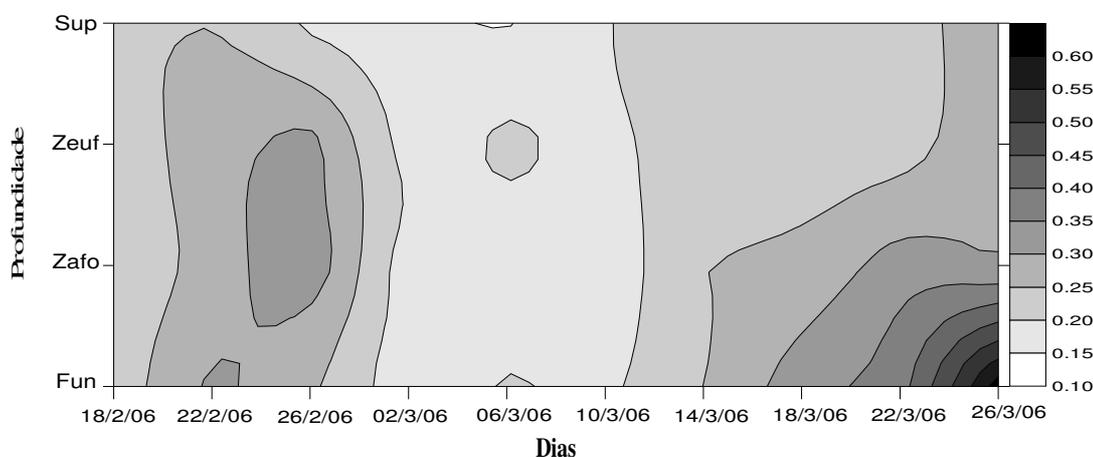
Na estação chuvosa, os valores detectados para alcalinidade variaram 0,15 a 0,63 mEq.L<sup>-1</sup> (Tab. II). O valor médio foi 0,25 mEq.L<sup>-1</sup> e o CV=33,3% (Tab. III). A variação foi estatisticamente significativa entre os dias, mas não entre profundidades (Tab. IX).

**Tabela IX.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal da alcalinidade no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	1,66	3,57
<b>p</b>	0,193	0,04

O gráfico de isolinhas de profundidade e tempo permite observar o padrão homogêneo de distribuição vertical da alcalinidade para toda a estação, além dos baixos valores encontrados principalmente do dia 02/março ao dia 10/março, porém com exceção somente do último dia (26/março), que apresentou valor um pouco superior aos demais (Fig. 17).

No que se refere ao pH, as variações registradas para o período foi de 5,05 a 6,07 (Tab. II), com a média para a estação de 5,57 e CV=4,6% (Tab. III). A ANOVA revelou variabilidade significativa somente entre os dias (Tab. X).

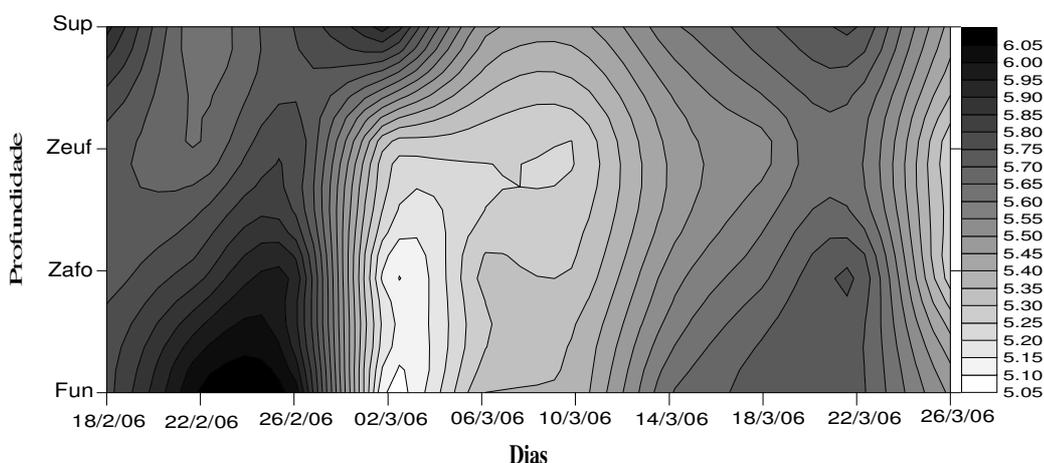


**Figura 17.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de alcalinidade ( $\text{mEq.L}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície),  $Z_{\text{euf}}$  (Zona eufótica),  $Z_{\text{afo}}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

**Tabela X.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal da pH no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	1,01	6,43
<b>p</b>	0,397	0,000

O gráfico de isolinhas de profundidade e tempo permite observar que o padrão de distribuição vertical do pH, ao longo do período de estudo, tem uma tendência à homogeneidade, sendo que os maiores valores foram registrados nos dois primeiros dias de amostragem (18 e 22/fevereiro) (Fig. 18).



**Figura 18.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de pH no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície),  $Z_{\text{euf}}$  (Zona eufótica),  $Z_{\text{afo}}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

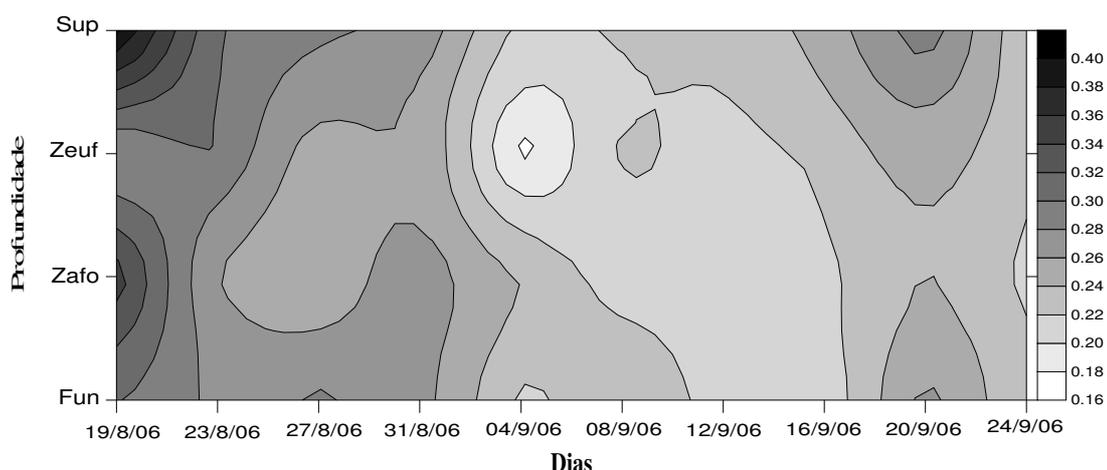
#### 4.1.5.2. Perfil vertical de alcalinidade e pH na estação climática seca (19 de agosto a 24 de setembro de 2006)

Na estação seca a alcalinidade variou de 0,17 a 0,40 mEq.L<sup>-1</sup> (Tab. V). O valor médio para este período foi de 0,25 mEq.L<sup>-1</sup> e o CV de 17,2% (Tab. III). A variabilidade foi significativa entre os dias, mas não entre as profundidades (Tab. XI).

**Tabela XI.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal da alcalinidade no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Estatística	Profundidades	Dias
<b>F</b>	0,88	9,98
<b>p</b>	0,461	0,000

Assim como na estação chuvosa, o gráfico de isolinhas de profundidade e tempo permite observar tendência à homogeneidade vertical, no que diz respeito a alcalinidade, com os maiores valores encontrados na superfície do dia 19/agosto (Fig. 19).



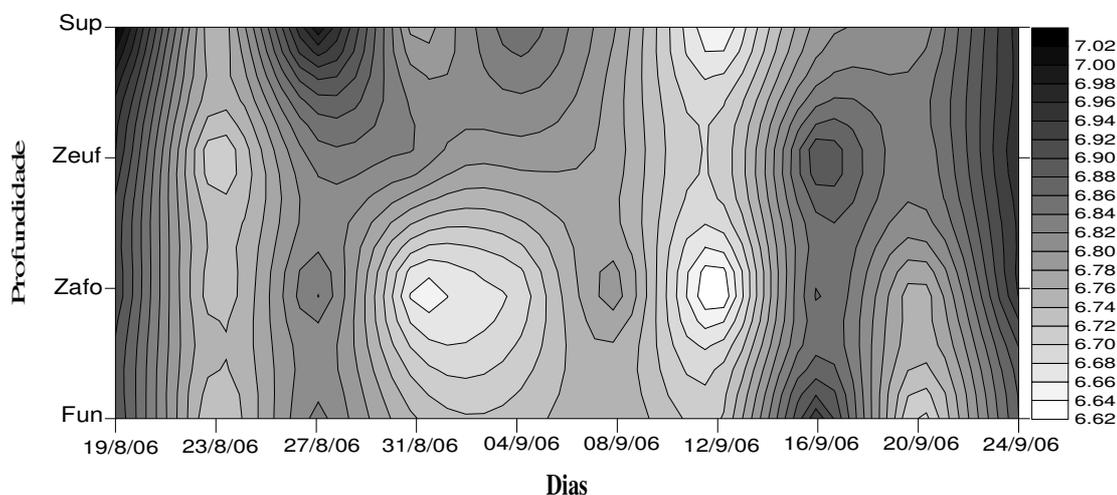
**Figura 19.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas da alcalinidade (mEq.L<sup>-1</sup>) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície), Z<sub>euf</sub> (Zona eufótica), Z<sub>afo</sub> (Zona afótica) e Fun (Fundo).

Quanto ao pH, a variação registrada para o período foi de 6,60 a 7,03 (Tab. V), com média de 6,81 e CV=1,6% (Tab. III). Observou-se variabilidade significativa entre os dias, mas não entre as profundidades (Tab. XII).

**Tabela XII.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do pH no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Estatística	Profundidades	Dias
<b>F</b>	0,61	11,00
<b>p</b>	0,610	0,000

O gráfico de isolinhas de profundidade e tempo permite observar que o padrão de distribuição vertical desta variável não se apresenta totalmente homogêneo ao longo de todo o período estudado, no entanto o primeiro (19/agosto) e o último dia (24/setembro) de amostragem são claramente homogêneos (Fig. 20).



**Figura 20.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de pH no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afo}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

Valores semelhantes para alcalinidade e pH em ambas as estações foram verificados por Almeida (2000), no lago Amapá (AC). A autora atribuiu a dinâmica sazonal do pH e da alcalinidade principalmente a dois fatores: à influência da atividade fotossintética e ao influxo fluvial no período de cheia, já que o referido lago está localizado na planície de inundação do rio Acre.

Da mesma forma, é possível que os baixos valores de alcalinidade observados no lago do Viveiro estejam relacionados à atividade fotossintética, pois segundo Stumm & Morgan (1981) ocorre decréscimo na alcalinidade quando a produção de matéria orgânica (assimilação de  $NH_4$ ) é maior do que a decomposição, o que pode ter acontecido nesse ecossistema, visto que a zona eufótica apresentou-se extensa durante todo o período de estudo.

Ambientes com baixa alcalinidade indicam pouca quantidade de soluções tamponantes (Esteves, 1998). No entanto, no lago do Viveiro o intervalo para os valores de pH na coluna d'água, por ocasião das duas estações climáticas estudadas (5 a 7), sugeriu presença de soluções tamponantes capazes de manter o pH dentro de limites próximos do neutro.

Alcalinidade e pH não apresentaram diferenças sazonais evidentes entre as estações chuvosa e seca. Contudo, é possível notar que na época de chuvas os valores de pH são

menores, ocorrendo um aumento com a chegada da seca. Esse comportamento sazonal pode estar ligado à concentração dos íons na estiagem e a diluição na estação de chuvas (Esteves, 1998).

#### 4.1.6. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica reflete a concentração dos íons presentes em uma solução e é uma das variáveis mais importantes em Limnologia, por fornecer importantes informações sobre o metabolismo do sistema. Os principais íons que são responsáveis pelos valores de condutividade são os macronutrientes (cálcio, magnésio, potássio, sódio) (Esteves, 1998).

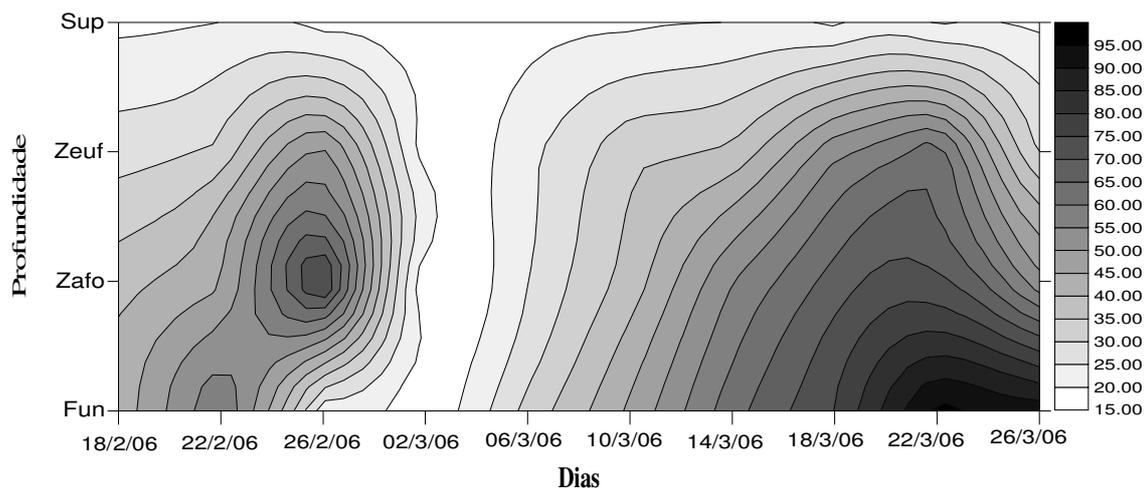
##### 4.1.6.1. Perfil vertical da condutividade elétrica na estação climática chuvosa (18 de fevereiro a 26 de março de 2006)

Na estação chuvosa a condutividade elétrica variou de 15 a 97  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Tab. II). O valor médio para este período foi 39,58  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e o CV =57,7% (Tab. III). Houve variação estatisticamente significativa entre profundidades, mas não entre os dias (Tab. XIII).

**Tabela XIII.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal da condutividade elétrica no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	6,87	1,68
<b>p</b>	0,001	0,139

O gráfico de isolinhas de profundidade e tempo permite visualização mais fácil do comportamento da condutividade elétrica, bem como da estratificação da variável durante estação climática estudada, exceto no dia 2/março, que se apresentou totalmente homogêneo (Fig. 21).



**Figura 21.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície),  $Z_{\text{euf}}$  (Zona eufótica),  $Z_{\text{afo}}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

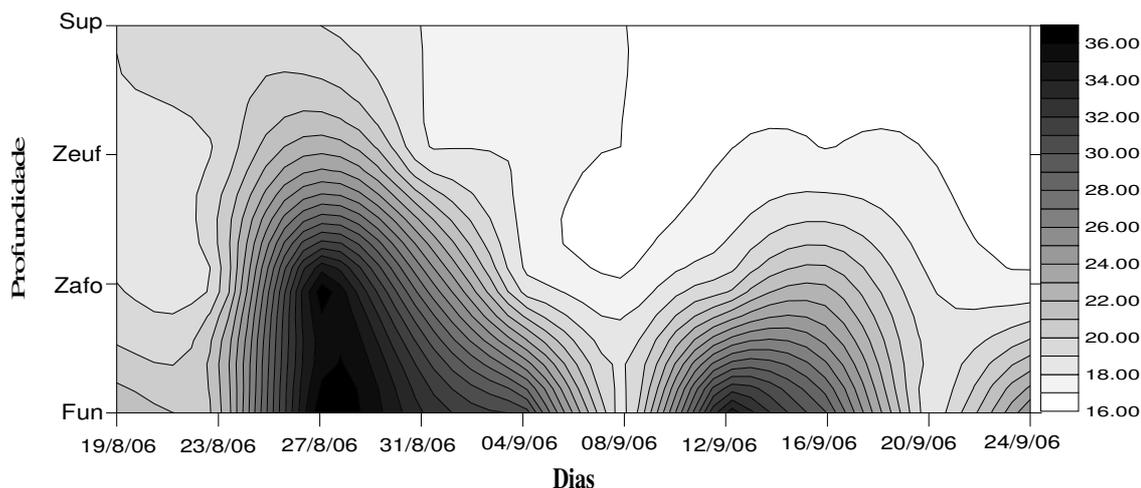
#### 4.1.6.2. Perfil vertical da condutividade elétrica na estação climática seca (19 de agosto a 24 de setembro de 2006)

Na estação seca a condutividade elétrica variou de 17 a  $37 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Tab. V). O valor médio para esta estação foi  $21,08 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e o  $\text{CV}=28,1\%$  (Tab. III). Assim como na época chuvosa, a ANOVA mostrou que a variabilidade foi significativa entre as profundidades, mas não entre os dias de amostragem (Tab. XIV).

**Tabela XIV.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal da condutividade elétrica no Lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Estadística	Profundidades	Dias
<b>F</b>	7,44	1,53
<b>p</b>	0,001	0,183

O gráfico de isolinhas de profundidade e tempo permite observar a existência de padrão de distribuição vertical da condutividade, com claro aumento da superfície para o fundo do reservatório. É possível perceber também que os maiores valores foram observados nos primeiros dias (19/agosto a 04/setembro), diminuindo à medida que se aproximou do último dia (Fig. 22).



**Figura 22.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície),  $Z_{\text{euf}}$  (Zona eufótica),  $Z_{\text{afo}}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

Como pode ser visto nas Figuras 21 e 22, os valores mais altos de condutividade foram sempre registrados no fundo do lago nas duas estações climáticas estudadas, indicando presença de altas concentrações de íons, provavelmente provenientes do processo de decomposição (Schäfer, 1985; Esteves, 1998).

Os valores obtidos no presente estudo foram menores do que aqueles encontrados por Almeida (2000) e Marcelino (2005), ambos para o lago Amapá (AC). No entanto, maior do que o registrado para alguns lagos da Amazônia Central, lago Batata (Melo & Huszar, 2000) e baixo rio Negro (Darwich et al., 2005). Pinilla (2006) também encontrou valores muito baixos de condutividade para um lago de meandro da Amazônia colombiana.

#### 4.1.7. Formas totais de nitrogênio e fósforo

Fósforo e nitrogênio total são os melhores indicadores do conteúdo de nutrientes em qualquer ecossistema, pois a concentração do ortofosfato é muito variável (Payne, 1986). Wetzel (1993) considera mais relevante, para a questão do aumento da produtividade das algas, as concentrações de fósforo em termos de fósforo total, uma vez que quase todo ele está ligado a componentes particulados numa altura ou noutra do sistema.

##### 4.1.7.1. Perfil vertical do nitrogênio total fósforo total na estação climática chuvosa (18 de fevereiro a 26 de março de 2006)

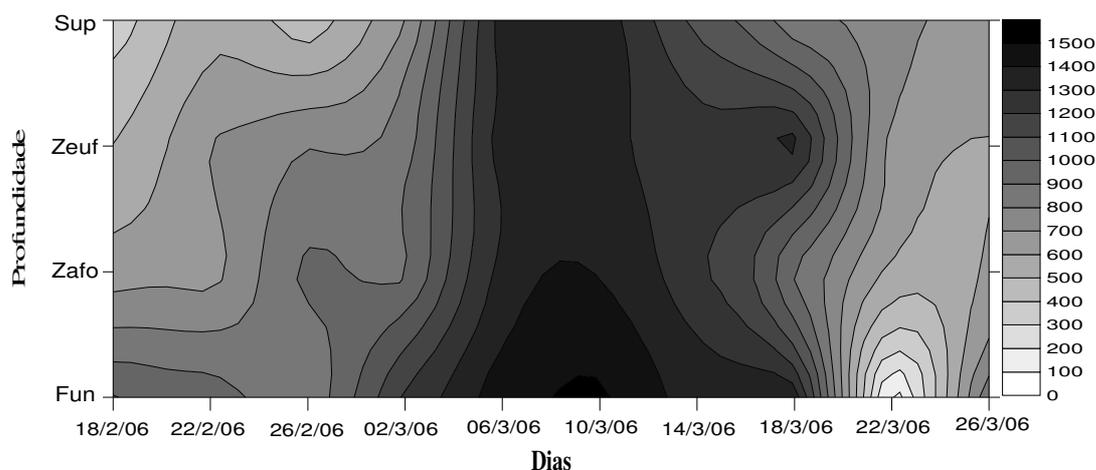
###### 4.1.7.1.1. Nitrogênio total

Na estação chuvosa o nitrogênio total (NT) variou de 7,28 a 1520  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (Tab. II). O valor médio para este período foi 928,88  $\mu\text{g.L}^{-1}$  e o CV =39,11% (Tab. III). A distribuição vertical do nitrogênio total (NT) mostrou variação significativa entre os dias, mas não entre profundidades (Tab. XV).

**Tabela XV.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do nitrogênio total no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	0,81	9,41
<b>p</b>	0,495	0,000

As variações nas concentrações de NT na coluna d'água podem ser observadas no gráfico de isolinhas de profundidade e tempo (Fig. 23), onde se verifica tendência à homogeneidade em toda a coluna d'água e durante todos os dias, mas principalmente do dia 02/março a 18/março, onde também ocorreram maiores concentrações de NT.



**Figura 23.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afo}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

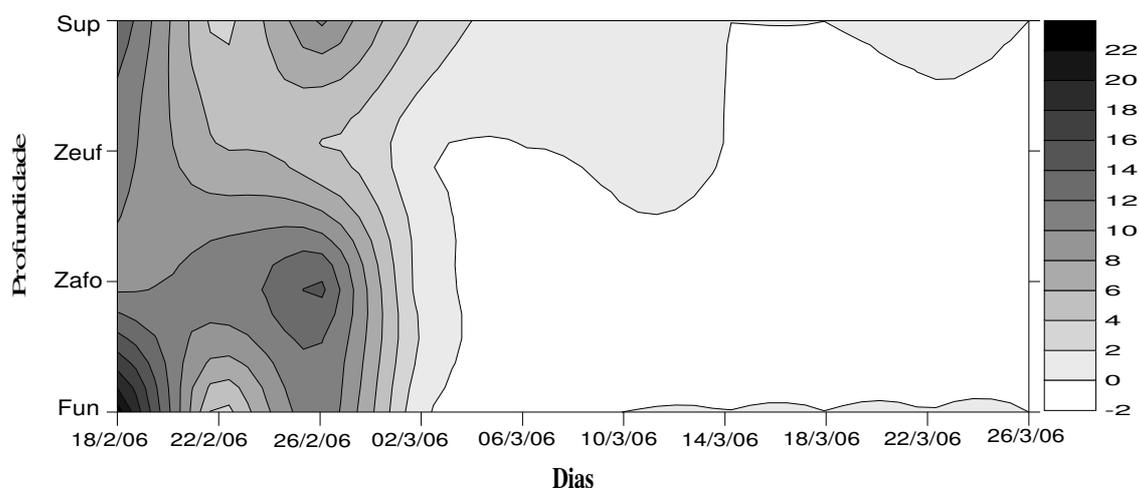
#### 4.1.7.1.2. Fósforo total

Na estação chuvosa o fósforo total (PT) variou de 0,0 a 23,13  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (Tab. II). O valor médio para este período foi 3,19  $\mu\text{g.L}^{-1}$  e o CV=175,14% (Tab. III). A variabilidade foi significativa entre os dias, mas não entre profundidades (Tab. XVI), revelando distribuição vertical homogênea dessa variável.

**Tabela XVI.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do fósforo total no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	0,17	12,84
<b>p</b>	0,913	0,000

Como pode ser observada no gráfico de isolinhas de profundidade e tempo (Fig. 24), a concentração de PT foi maior no primeiro dia (18/fevereiro), diminuindo nos dias seguintes, até chegar a quase zero no último dia (26/março).



**Figura 24.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa). Sup (Superfície),  $Z_{\text{euf}}$  (Zona eufótica),  $Z_{\text{afo}}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

#### 4.1.7.2. Perfil vertical do nitrogênio total na estação climática seca (19 de agosto a 24 de setembro de 2006)

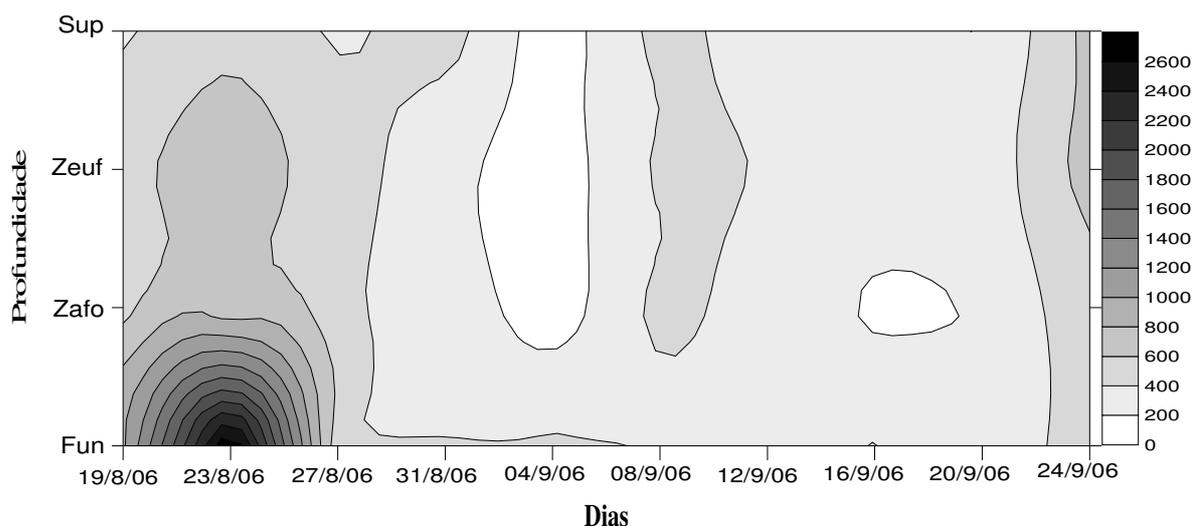
##### 4.1.7.2.1. Nitrogênio total

Na estação seca, o nitrogênio total (NT) variou de 76,45 a 2896,36  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (Tab. V). O valor médio para este período foi 471,10  $\mu\text{g.L}^{-1}$  e o CV=92,2% (Tab. III). Houve variação estatisticamente significativa entre dias, mas não entre profundidades (Tab. XVII).

**Tabela XVII.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do nitrogênio total no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	1,24	2,53
<b>p</b>	0,310	0,027

No gráfico de isolinhas de profundidade e tempo é possível observar que os dias 19 e 23/agosto a coluna d'água mostrou-s parcialmente estratificada, sendo que a maior concentração de NT foi no fundo no dia 23/agosto. Nos demais dias, percebe-se homogeneidade quase total, em relação às profundidades, bem como aos dias (Fig. 25), ou seja, ausência de padrão definido de distribuição. Este fato está possivelmente relacionado com a ausência de estratificação nessa estação.



**Figura 25.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de nitrogênio total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície),  $Z_{\text{euf}}$  (Zona eufótica),  $Z_{\text{afó}}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

Valores semelhantes de concentração de NT foram encontrados no lago Batata, situado na Amazônia Central, aonde a concentração de NT chegou a  $1000 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Huszar et al., 1998). No entanto, em ecossistemas aquáticos da região sudeste do Brasil, a quantidade de NT foi bem menor do que a encontrada no lago do Viveiro, como pode ser visto em Henry et al. (2006), que estudaram três lagoas e um rio de São Paulo. Barros et al.(2006) trabalharam no lago Dom Helvécio (MG), e verificaram baixas concentrações de NT, se comparadas às do presente trabalho.

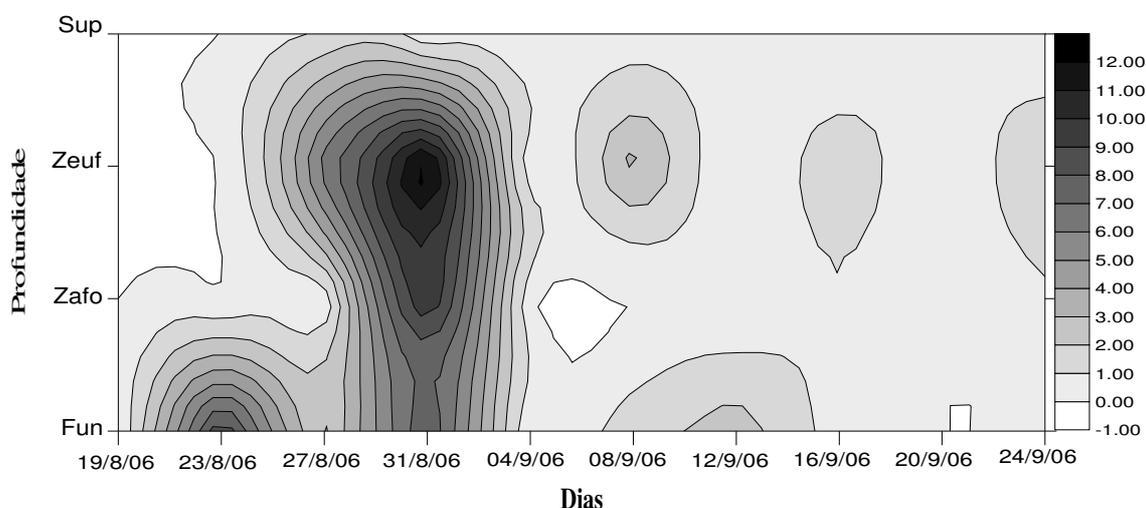
#### 4.1.7.2.2. Fósforo total

Na estação seca o fósforo total (PT) variou de 0,0 a  $12,98 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Tab. V). O valor médio para este período foi  $1,63 \mu\text{g.L}^{-1}$  e o  $\text{CV}=193,76\%$  (Tab. III). Houve variação estatisticamente significativa entre dias, mas não entre as profundidades (Tab. XVII).

**Tabela XVII.** Resultado da ANOVA realizada para estabelecer a significância das variações vertical e temporal do fósforo total no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

<b>Estatística</b>	<b>Profundidades</b>	<b>Dias</b>
<b>F</b>	1,28	3,23
<b>p</b>	0,297	0,007

No gráfico de isolinhas de profundidade e tempo pode ser observado que as menores concentrações de PT ocorreram nas camadas superiores no dia 19/agosto e a maior na  $Z_{euf}$  no dia 31/ agosto (Fig. 26). Nos dias seguintes esta variável apresentou tendência à homogeneidade.



**Figura 26.** Diagrama de profundidade e tempo das isolinhas de fósforo total ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). Sup (Superfície),  $Z_{euf}$  (Zona eufótica),  $Z_{afo}$  (Zona afótica) e Fun (Fundo).

A diminuição das concentrações de PT na estação seca está possivelmente relacionada com a ausência de chuvas, revelando a importância da contribuição alóctone de nutrientes para a dinâmica do reservatório.

O presente trabalho corrobora o padrão observado por Marcelino (2005) no lago Amapá (AC), onde as maiores concentrações de PT também foram observadas no fundo. Comparando com trabalhos realizados em outros lagos da Amazônia, como o lago Batata, por exemplo, é possível perceber a quantidade mínima de PT encontrado no lago do Viveiro, quando comparado com o referido lago. Neste último a concentração média foi de  $1,63 \mu\text{g.L}^{-1}$  na estação seca e a média do lago Batata foi de  $20 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Huszar et al., 1998). Na lagoa dos Cavalos, estado de São Paulo, a concentração deste nutriente foi ainda maior, chegando a  $512 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Henry et al., 2006).

#### **4.1.8. Análise dos componentes principais das variáveis abióticas**

##### **4.1.8.1. Estação chuvosa**

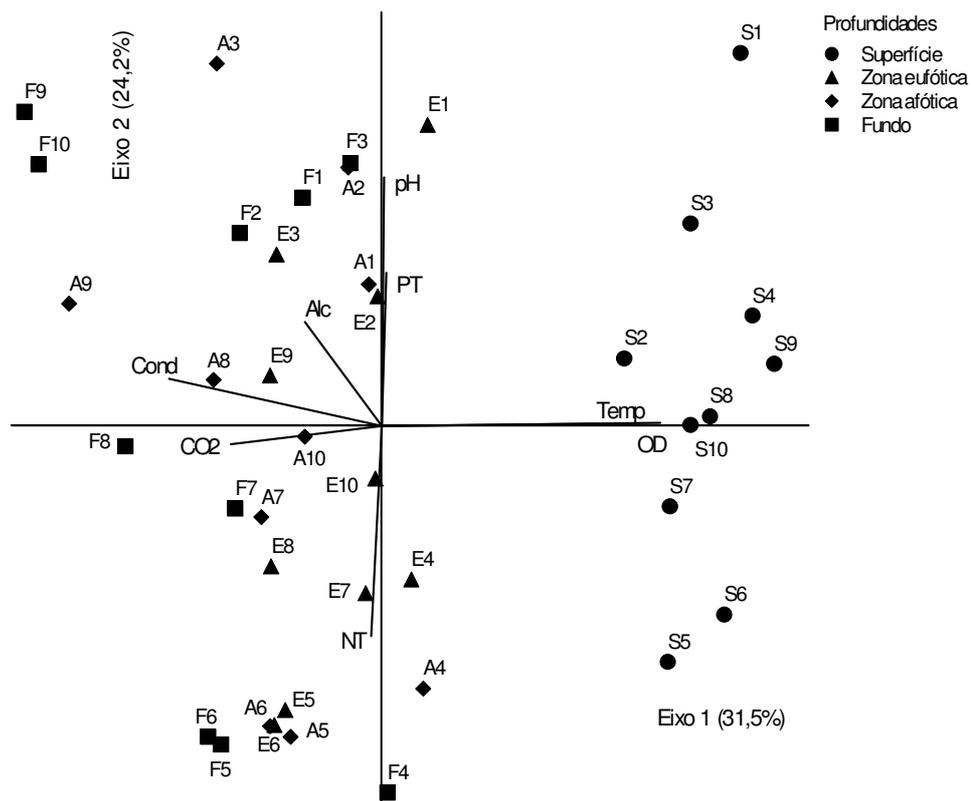
A Análise de Componentes Principais (ACP) elaborada para a estação chuvosa (18/fevereiro a 26/março/2006) está representada através do diagrama de dispersão (Fig. 27). Nos dois primeiros eixos, obteve-se 55,7% de explicação da variabilidade total dos dados abióticos, sendo 31,5% no primeiro eixo e 24,2% no segundo.

A temperatura, oxigênio dissolvido (OD), pH e fósforo total (PT) correlacionaram-se positivamente com o eixo 1 e condutividade elétrica, resistência térmica relativa (RTR), CO<sub>2</sub>, alcalinidade e nitrogênio total (NT) associaram-se negativamente. Temperatura, OD e condutividade foram as variáveis que apresentaram maiores coeficientes de correlação com o eixo 1 (Tab. XVIII).

A distribuição das unidades amostrais foi baseada na variação espacial dos dados (profundidades), onde foi possível observar a separação das unidades amostrais da superfície no lado positivo e demais profundidades no lado negativo do eixo 1. A ordenação das unidades amostrais representou a estratificação térmica da coluna d'água. O lado positivo do eixo 1 reuniu todas as unidades amostrais referentes à superfície, as quais foram associadas aos altos valores de OD e temperatura da água.

O lado negativo do eixo 1 reuniu a maioria das unidades amostrais relativas às demais camadas, a saber: zona eufótica (E), zona afótica (A) e fundo (F). Tais unidades amostrais foram associadas aos altos valores de condutividade e CO<sub>2</sub> livre, particularmente nas camadas mais profundas. Possivelmente, essas condições possam ser explicadas pelo maior aporte de material alóctone para as camadas mais profundas, decorrente das chuvas marcadamente presentes nessa estação.

No eixo 2 a ordenação das unidades amostrais foi baseada na variação diária, formando dois grupos, um situado no lado positivo, tendo agrupado a maioria das unidades amostrais do 1º, 2º e 3º dias de amostragem (zona eufótica, afótica e fundo) associada aos altos valores de pH, PT e alcalinidade; e o outro, no lado negativo reuniu, em sua maioria, o 4º, 5º, 6º e 7º dias (zona eufótica, afótica e fundo) em associação aos altos valores de NT.



**Fig. 27.** Ordenação, pela ACP, das profundidades e dias de amostragem no lago do Viveiro durante a estação chuvosa, em função das variáveis físicas e químicas analisadas: eixo1 x eixo 2. As unidades amostrais obedecem a seqüência de: **profundidade** (S = superfície, E = zona eufótica, A = zona afótica, F = fundo) e **dia** (1 a 10 = 18/fevereiro a 26/março/2006, respectivamente).

**Tabela XVIII.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis físicas e químicas e os dois primeiros eixos da ordenação na ACP no lago do Viveiro, no período de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa).

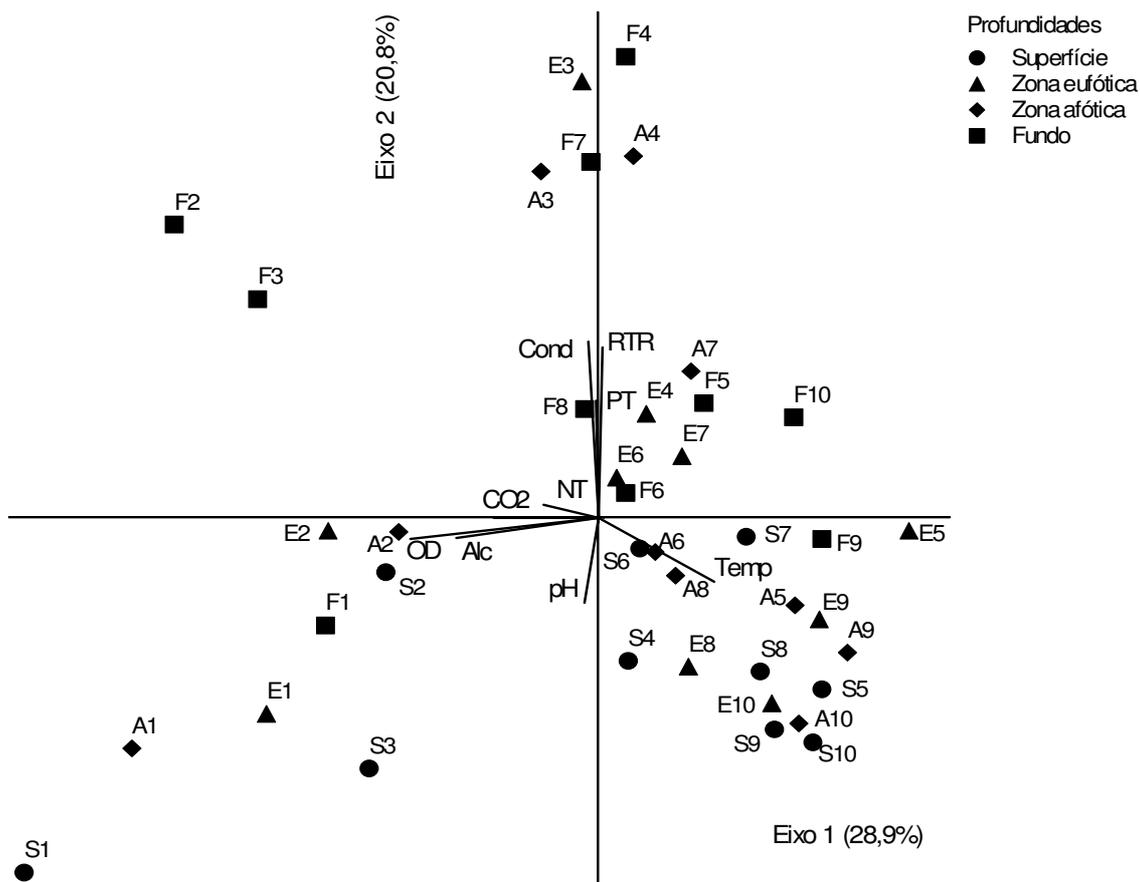
Variável	Código	Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
Alcalinidade	Alc	-0,284	0,361
Condutividade	Cond	-0,472	0,241
Fósforo Total	PT	0,070	0,437
Gás carbônico livre	CO <sub>2</sub>	-0,396	-0,150
Nitrogênio Total	NT	-0,104	-0,512
Oxigênio Dissolvido	OD	0,539	0,059
Potencial Hidrogeniônico	pH	0,047	0,557
Resistência Térmica Relativa	RTR	-0,073	0,133
Temperatura	Temp	0,473	0,050
<b>Explicabilidade</b>		<b>31,5%</b>	<b>24,2%</b>

#### 4.1.8.2. Estação seca

A ACP para a estação seca (19/agosto a 24/setembro/2006) está representada pelo diagrama de dispersão (Fig. 26) e pelos coeficientes de correlação entre estas variáveis e os dois primeiros eixos da ordenação (Tab. XIX). Nos dois primeiros eixos obteve-se 49,8% de explicação da variabilidade total dos dados, sendo 28,9% no eixo 1 e 20,8% no eixo 2.

As unidades amostrais referentes aos dias 1, 2 e 3 foram ordenadas no lado negativo do eixo 1 (Fig. 26, Tab. XIX), todas associadas aos maiores valores de OD. Diferentemente, no lado positivo foram ordenadas as unidades dos dias 4 a 10, associadas aos altos valores de temperatura. Portanto, o eixo 1 evidenciou a escala temporal e não espacial.

Analisando a Figura 28, é possível observar ausência de grupos definidos em relação aos eixos da ordenação, o que pode ser explicado pelo estado de mistura da coluna d'água, ou seja, ausência de estratificação térmica nessa estação.



**Figura 26.** Ordenação, pela ACP, das profundidades e dias de amostragem no lago do Viveiro durante a estação seca, em função das variáveis físicas e químicas analisadas: eixo1 x eixo 2. As unidades amostrais obedecem a seqüência de: **profundidade** (S = superfície, E = zona eufótica, A = zona afótica, F = fundo) e **dia** (1 a 10 = 19/agosto a 24/setembro/2006 respectivamente).

**Tabela XIX.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis físicas e químicas e os dois primeiros eixos da ordenação na ACP no lago do Viveiro, no período de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Variável	Código	Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
Alcalinidade	Alc	-0,472	-0,174
Condutividade	Cond	-0,129	0,514
Fósforo Total	PT	-0,060	0,419
Gás carbônico livre	CO <sub>2</sub>	-0,405	0,020
Nitrogênio Total	NT	-0,293	0,141
Oxigênio Dissolvido	OD	-0,542	-0,176
Potencial Hidrogeniônico	pH	0,047	0,557
Resistência Térmica Relativa	RTR	0,079	0,505
Temperatura	Temp	0,426	-0,307
<b>Explicabilidade</b>		<b>28,9%</b>	<b>20,8%</b>

#### 4.1.8.3. Estações chuvosa e seca

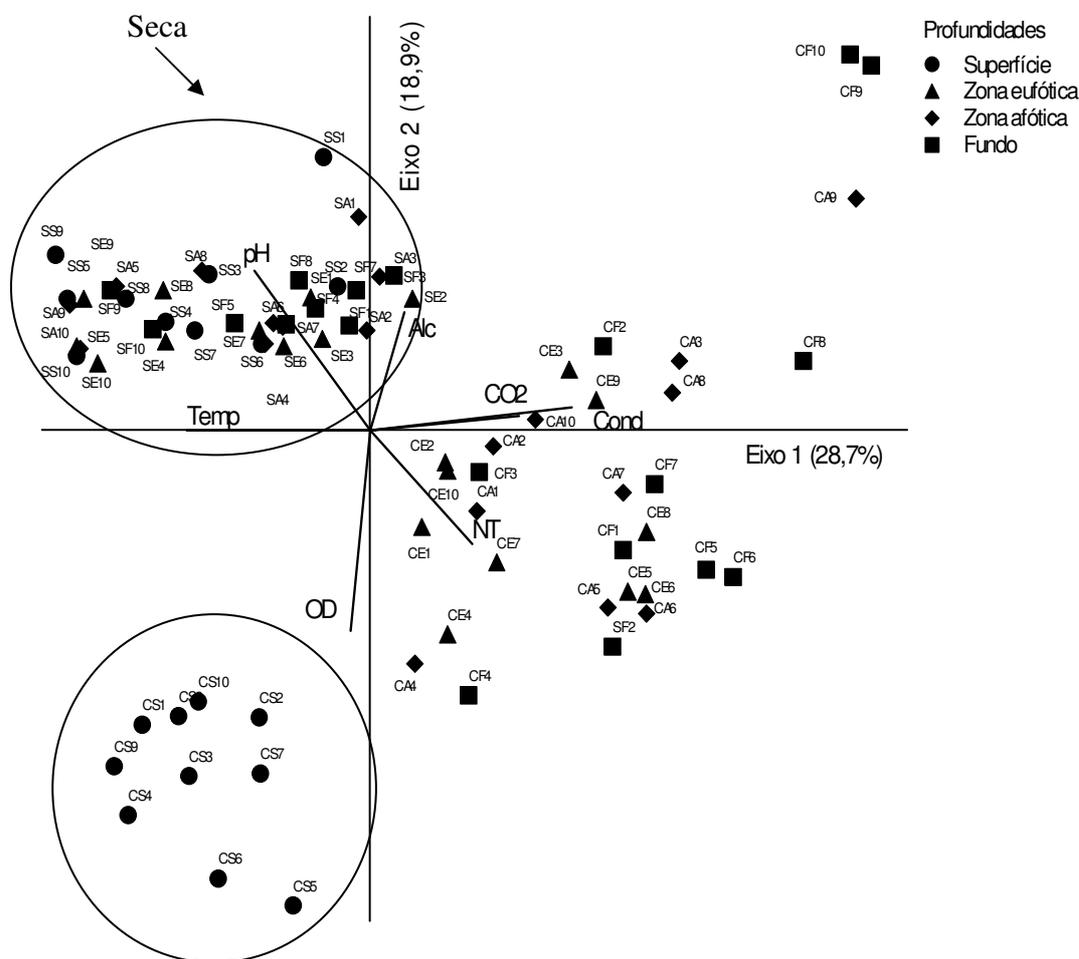
A ACP elaborada para as variáveis ambientais das estações chuvosa e seca conjuntamente (Fig. 29, Tab. XX) apresentou nos dois primeiros eixos 47,7% de explicação da variabilidade total do sistema, sendo 28,7% no eixo 1 e 18,9% no eixo 2.

Na Figura 29 pode-se observar que a temperatura, OD e pH se correlacionaram negativamente com o eixo 1 e, positivamente, a condutividade elétrica, CO<sub>2</sub>, alcalinidade e NT. As variáveis que apresentaram maiores coeficientes de correlação com este eixo foram temperatura, condutividade elétrica e CO<sub>2</sub>. A distribuição das unidades amostrais foi baseada na variação temporal (chuva e seca) dos dados e o sistema foi discriminado com base nos maiores valores registrados para as variáveis ambientais. Desta forma, as duas estações climáticas ficaram separadas. As unidades amostrais correspondentes à estação seca e à superfície da estação chuvosa estão localizadas no lado negativo do eixo em associação com pH e temperatura.

É possível perceber que as variáveis NT, CO<sub>2</sub> e condutividade estão associadas com as unidades amostrais provenientes da zona afótica e fundo, em direção ao fundo do reservatório na estação chuvosa, onde foram detectadas as maiores concentrações para estas variáveis, demonstrando a influência das chuvas no aporte de material alóctone para o interior do sistema.

Em relação ao eixo 2 é possível observar que alcalinidade e pH se correlacionaram positivamente com este eixo e o OD se correlacionou negativamente. A distribuição das unidades amostrais foi baseada na variação espacial (profundidades) dos dados, em função do perfil térmico da coluna d'água. Como pode ser visto, todas as unidades amostrais que dizem respeito à superfície da estação chuvosa estão localizadas no

lado negativo do eixo e associadas com OD. Esta associação pode ser explicada pela alta concentração de OD na superfície e diminuição brusca a partir da zona eufótica até o fundo durante toda a época chuvosa.



**Figura 29.** Ordenação pela ACP, conjunta das estações seca e chuvosa, das profundidades, dias e estações de amostragem no lago do Viveiro, em função das variáveis físicas e químicas analisadas: eixo1 x eixo 2. As unidades amostrais obedecem a seqüência de: **estação** (C = chuvosa e S = seca), **profundidade** (S = superfície, E = zona eufótica, A = zona afótica, F = fundo) e **dia** (1 a 10 = 18/fevereiro a 26/março/2006 e 19/agosto a 24/setembro/2006).

Fato esperado foi a separação que aconteceu entre as unidades amostrais, relativas às profundidades da estação chuvosa, visto que essa apresentou estratificações térmicas bem marcadas. Enquanto que na seca, a não definição na formação dos grupos de unidades amostrais reflete a ausência de estratificações nessa estação.

**Tabela XX.** Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis físicas e químicas (nutrientes) analisadas e os dois primeiros eixos da ordenação na ACP na estação chuvosa (18/fevereiro a 26/março/2006) e seca (19/agosto a 24/setembro/2006), conjuntamente.

Variável	Código	Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
Alcalinidade	Alc	0,205	0,430
Condutividade	Cond	0,497	0,191
Fósforo Total	PT	0,043	-0,127
Gás carbônico livre	CO <sub>2</sub>	0,426	0,148
Nitrogênio Total	NT	0,043	-0,127
Oxigênio Dissolvido	OD	-0,153	-0,559
Potencial Hidrogeniônico	pH	-0,377	0,498
Resistência Térmica Relativa	RTR	0,990	0,001
Temperatura	Temp	-0,474	-0,020
<b>Explicabilidade</b>		<b>28,7%</b>	<b>18,9%</b>

## 4.2. Variáveis bióticas

### 4.2.1. Estrutura da comunidade fitoplanctônica

#### 4.2.1.1. Composição da comunidade fitoplanctônica

Foram identificadas 158 espécies, distribuídas em 11 classes, 36 famílias e 84 gêneros. Dessas, 122 ocorreram na estação chuvosa, sendo 54 exclusivas dessa estação; 103 na estação seca, com 38 exclusivas, e 66 em ambas as estações (Tab. XXI).

**Tabela XXI.** Lista de espécies da comunidade fitoplanctônica identificadas no lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

\* = Espécies exclusivas da estação cheia (18/fevereiro a 26/março/2006)

\*\* = Espécies exclusivas da estação seca (19/agosto a 24/setembro/2006)

#### CYANOPHYCEAE

##### Borziaceae

*Borzia* cf. *trilocularis* Cohn

##### Chroococcaceae

*Chroococcus* cf. *pallidus* (Nägeli)\*

*Chroococcus* cf. *minutus* (Kützing) Nägeli\*\*

##### Merismopediaceae

*Aphanocapsa* cf. *elachista* W. West & G. S. West

*Merismopedia* cf. *warmingiana* Lagerheim\*\*

*Synechocystis* *aquatilis* Sauvageau

*Synechocystis* sp.

##### Microcystaceae

*Gloeocapsa* cf. *alpina* Cienkowski

*Gloeocapsa* cf. *atrata* Kützing

*Gloeocapsa* cf. *thermalis* Lemmermann\*\*

*Microcystis* sp.  
 Nostocaceae  
*Anabaena* sp.  
*Anabaena* cf. *spiroides* Klebahn\*  
*Aphanisomenon* sp.\*  
*Cylindrospermopsis* sp.\*\*  
 Oscillatoriaceae  
*Lyngbya* sp.  
 Phormidiaceae  
*Arthrospira* sp.1  
*Arthrospira* sp.2\*  
*Planktothrix* sp.  
*Spirulina* sp.\*  
 Pseudanabaenaceae  
*Limnothrix* sp.1  
*Limnothrix* sp.2\*\*  
*Romeria* sp.  
 Synechococcaceae  
*Cyanodiction* cf. *tropicalis* (Pascher)\*\*  
*Cyanothec* cf. *aeruginosa* (Nägeli) Komárek\*\*  
*Gloeothece* sp.\*\*  
*Myxobaktron* cf. *hirudiforme* G. S. West\*\*  
*Synechococcus* cf. *nidulans* (Pringsheim) Komárek  
**CHLAMYDOPHYCEAE**  
 Chlamydomonadaceae  
*Chlamydomonas* cf. *citriformis* Sherffel & Pascher\*  
*Chlamydomonas* *epyphitica* G. M. Smith  
*Chlamydomonas* sp.\*\*  
*Chlorogonium* sp.\*  
*Sphaerellopsis cylindrica* Skuja\*\*  
 Volvocaceae  
*Eudorina unicocca* Smith\*  
*Pandorina morum* (O. F. Mueller) Bory\*\*  
*Volvox* sp.\*  
**CHLOROPHYCEAE**  
 Chlorococcaceae  
*Tetraedron hemisphaericum* Skuja  
 Coccomyxaceae  
*Elakatothrix* sp.\*  
 Dictyosphaeriaceae  
*Botryococcus terribilis* Komárek & Marvan  
 Oocystaceae  
*Ankistrodesmus bernardii* Komárek\*\*  
*Closteriopsis acicularis* (G. M. Smith) Belcher & Swale

*Drepanochloris* sp.\*  
*Drepanochloris uherkovichii* Marvan, Komárek & Comas \*  
*Kirchneriella diana* (Bohlin) Comas\*  
*Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius\*  
*Kirchneriella pseudoaperta* Komárek\*  
*Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hindák  
*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková – Legnerová\*  
*Monoraphidium dybowskii* (Woloszynska) Hindák & Komárková – Legnerová\*  
*Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková – Legnerová  
*Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárková – Legnerová  
*Quadrigula closterioides* (Bohlin) Printz  
 Scenedesmaceae  
*Coelastrum microporum* Nägeli\*  
*Crucigenia tetrapedia* (Kirchner) W. West & G. S. West\*  
*Crucigeniella pulchra* (W. West & G. S. West) Komárek\*  
*Didymocystis comasii* Komárek  
*Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg) Chodat var. *ecornis*  
*Scenedesmus javanensis* Chodat f. *javanensis*\*  
*Tetrastrum triangulare* (Chodat) Komárek\*  
 Tetrasporaceae  
*Tetraspora lamellosa* Prescott\*\*  
 Treubariaceae  
*Treubaria triappendiculata* C. Bernard\*\*  
 ZYGNEMAPHYCEAE  
 Desmidiaceae  
*Closterium closterioides* (Ralfs) Loues & Peeters var. *closterioides*\*  
*Closterium acutum* Brébisson var. *acutum*\*\*  
*Cosmarium pachydermum* Lundell var. *pachydermum* f. *pachydermum*\*\*  
*Cosmarium pseudoconnatum* Nordstedt var. *pseudoconnatum*\*\*  
*Cosmarium pusillum* (Brébisson) W. Archer  
*Cosmarium quadrum* Lundell var. *quadrum*\*\*  
*Euastrum validum* W. West & G. S. West var. *validum*\*\*  
*Hyalotheca dissiliens* (Smith) Brébisson ex Ralfs var. *dissiliens* f. *dissiliens*\*  
*Penium margaritaceum* (Ehrenberg) de Brébisson var. *irregularis* W. West & G. S. West\*  
*Pleurotaenium minutum* (Ralfs) emend. Delponte var. *latum* Kaiser\*  
*Staurastrum tetracerum* (Kützing) Ralfs var. *tetracerum* f. *trigona* Lundell\*\*  
*Stauroidesmus convergens* (Ehrenberg ex Ralfs) Teiling var. *laportei* Teiling \*\*  
*Xanthidium antilopeum* (Brébisson) Kützing var. *planum* f. *angustata* (Irénée - Marie) sta. nov.\*\*  
 Mesotaeniaceae  
*Cylindrocystis brebissonii* (Meneghini ex Ralfs) De Bary var. *brebissonii*\*  
*Cylindrocystis splendida* Taft\*\*  
*Mesotaenium aplanosporum* Taft  
*Roya cambrica* W. West & G. S. West var. *limnetica* W. West & G. S. West \*\*

## EUGLENOPHYCEAE

### Euglenaceae

*Astasia* sp.\*

*Euglena acus* Ehrenberg

*Euglena caudata* Huebner

*Euglena Gaumei* Allorge & Lefèvre

*Euglena gracilis* Klebs

*Euglena limnophila* Lemmermann var. *Lemmermannii* Drezepolski\*\*

*Euglena multiformis* Schiller\*

*Euglena obtuso-caudata* I. A. Kisselev\*

*Euglena oxyuris* Schmarda var. *oxyuris* f. *oxyuris*

*Euglena tripteris* (Dujardin) Klebs\*

*Lepocinclis acuminata* Deflandre

*Lepocinclis fusiformis* (H. J. Carter) Lemmermann emend. Conrad var. *fusiformis* f. *fusiformis*\*

*Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann var. *ovum*

*Peranema cuneatum* Playfair\*\*

*Phacus aenigmaticus* Drezepolski var. *aenigmaticus*\*\*

*Phacus caudatus* Huebner

*Phacus curvicauda* (Swirenko)

*Phacus hamatus* Pochmann\*\*

*Phacus lefevrei* Bourrelly\*

*Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin var. *longicauda*

*Phacus pleuronectes* (O. F. Mueller) Dujardin

*Phacus raciborskii* Drezepolski\*\*

*Phacus suecicus* Lemmermann

*Phacus* sp.\*\*

*Strombomonas ensifera* (Daday) Deflandre\*

*Strombomonas fluviatilis* (Lemmermann) Deflandre\*

*Strombomonas gonitrachela* Balech & Dastugue

*Trachelomonas abrupta* Swirenko emend Deflandre\*

*Trachelomonas acantophora* Stokes

*Trachelomonas armata* (Ehrenberg) Stein emend. Deflandre var. *armata* f. *armata*\*

*Trachelomonas armata* (Ehrenberg) Stein var. *armata* f. *inevoluta* Deflandre\*

*Trachelomonas bernardinensis* W. Vischer emend Deflandre\*

*Trachelomonas caudata* (Ehrenberg) Stein\*

*Trachelomonas curta* Cunha var. *curta*

*Trachelomonas curta* Cunha var. *tubigera* Deflandre\*

*Trachelomonas curta* var. *subbernardii* Bourrelly\*

*Trachelomonas hispida* (Perty) Stein emend Deflandre var. *duplex* Deflandre\*

*Trachelomonas hispida* (Perty) Stein var. *hispida*

*Trachelomonas kelloggii* Skvortzov var. *effigurata* Skvortzov emend Deflandre

*Trachelomonas lacustris* Drezepolski var. *lacustris*

*Trachelomonas lismorensis* Playfair

*Trachelomonas megalacantha* Da Cunha var. *crenulatocollis* Bourrelly\*\*

*Trachelomonas oblonga* Lemmermann var. *oblonga*\*\*  
*Trachelomonas obovata* Stokes emend Deflandre var. *klebsiana* Deflandre\*  
*Trachelomonas pseudocaudata* Deflandre\*  
*Trachelomonas pulcherrima* Playfair var. *lismorensis* Playfair\*  
*Trachelomonas rugulosa* Stein  
*Trachelomonas similis* Stokes var. *spinosa* Huber-Pestalozzi  
*Trachelomonas verrucosa* Stokes var. *verrucosa* f. *sparseornata* Deflandre\*\*  
*Trachelomonas verrucosa* Stokes  
*Trachelomonas volvocina* Ehrenberg var. *derephora* Conrad  
*Trachelomonas volvocina* Ehrenberg var. *volvocina*  
*Trachelomonas volvocinopsis* Swirenko var. *punctata* (Skortzov) Bourrelly\*  
*Trachelomonas volvocinopsis* Swirenko var. *volvocinopsis*  
*Trachelomonas woycickii* Kockzwar

#### RAPHIDOPHYCEAE

Vacuolariaceae

*Merothrichia bacillata* Mereschkowsky\*

*Merothrichia* sp.

*Vacuolaria viridis* (Dangeard) Senn

Thaumatomastigaceae

*Colponema* sp.

#### CRYPTOPHYCEAE

Cryptomonadaceae

*Chroomonas coerulea* (Geitler) Skuja

*Cryptomonas erosa* Ehrenberg

*Cryptomonas marssonii* Skuja

#### DYNOPHYCEAE

Gymnodiniaceae

*Gymnodinium rotundatum* Klebs

Peridiniaceae

*Peridinium umbonatum* Stein var. *umbonatum*

#### XANTHOPHYCEAE

Centrtractaceae

*Centrtractus belenophorus* Lemmermann

Pleurochloridaceae

*Monodus* sp.

#### CHRYSOPHYCEAE

Chromulinaceae

*Chromulina nebulosa* Cienkowski

Chrysococcaceae

*Chrysococcus ellipsoideus* Ettl

Dinobryaceae

*Dinobryon sertularia* Ehrenberg var. *sertularia*

Mallomonadaceae

*Mallomonas matvienkoae* (Matvienko) Asmund & Kristiansen var. *grandis* Durrschmidt\*

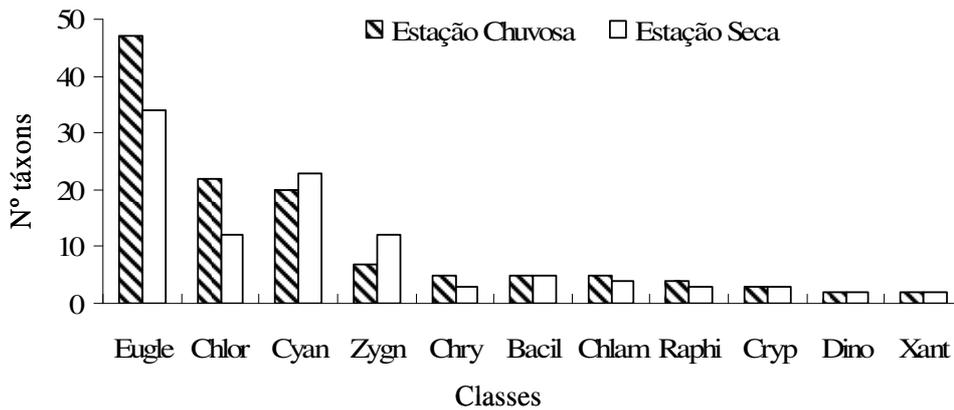
*Mallomonas* sp.\*  
 BACILLARIOPHYCEAE  
 Coscinodiscaceae  
*Aulacoseira* sp.\*  
 Eunotiaceae  
*Eunotia zygodon* Ehrenberg\*\*  
 Naviculaceae  
*Amphipleura* sp.\*  
*Cymbella* sp.\*  
*Frustulia* sp.\*\*  
*Neidium* sp.\*\*  
*Pinnularia* sp.  
 Epithemiaceae  
*Denticula elegans* Kützing\*\*  
*Denticula* sp.\*

Euglenophyceae foi a classe mais bem representada com 55 espécies, imediatamente seguida por Cyanophyceae com 28, Chlorophyceae com 25, Zygnemaphyceae com 17, Bacillariophyceae com 9, Chlamydoephyceae com 8, Chrysophyceae com 5, Raphidophyceae com 4, Cryptophyceae com 3, Dinophyceae e Xanthophyceae com 2 cada. O número de espécies por classe e o percentual de contribuição obtidos em cada estação climática separadamente encontram-se expressos na Tabela XXII e Figura 30.

**Tabela XXII.** Número de espécies e contribuição percentual, por classe, de algas fitoplanctônicas registradas para o Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

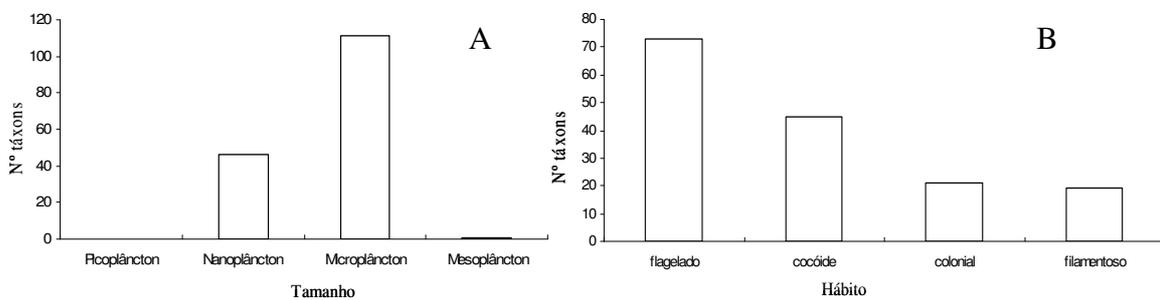
<b>Classes</b>	<b>Estação Chuvosa</b>	<b>%</b>	<b>Estação Seca</b>	<b>%</b>
Euglenophyceae	47	39	34	33
Chlorophyceae	22	18	12	12
Cyanophyceae	20	16	23	22
Zygnemaphyceae	7	6	12	12
Chrysophyceae	5	4	3	3
Bacillariophyceae	5	4	5	5
Chlamydoephyceae	5	4	4	4
Raphidophyceae	4	3	3	3
Cryptophyceae	3	2	3	3
Dinophyceae	2	2	2	2
Xanthophyceae	2	2	2	2
<b>Total</b>	<b>122</b>		<b>103</b>	

A classe citada por vários autores como a mais bem representada na comunidade fitoplanctônica de ecossistemas aquáticos continentais tropicais é a Chlorophyceae (Lewis, 1978a; Lopes et al., 2005; Borges, 2006; Nabout et al., 2007), no entanto, no presente estudo, Euglenophyceae foi a que contribuiu com o maior número de espécies (55 espécies = 35%).



**Figura 30.** Número de espécies por classe, das algas fitoplanctônicas identificadas para o Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Foram observadas dentre as espécies identificadas formas de hábito unicelular isolado e colonial, tanto flagelados quanto não flagelados, bem como formas filamentosas distribuídas nas categorias nano, micro e mesoplânctônica. Neste trabalho, as formas unicelulares destituídas de flagelo serão consideradas como cocóides. Quanto ao tamanho, o microplâncton predominou durante todo o período estudado (chuvoso e seco) e no que diz respeito ao hábito, se sobressaíram as formas flageladas (Fig. 31).



**Figura 31.** Número de espécies quanto ao tamanho (A) e hábito (B) do fitoplâncton registradas para o Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Foi observada maior riqueza de espécies (número de espécies) na estação chuvosa (Tab. XXIII e Fig. 32), o que possivelmente está relacionado com a maior disponibilidade de nutrientes verificada nessa estação, resultante do material alóctone carregado pelas chuvas para o interior do sistema. Das 158 espécies identificadas, 66 ocorreram em ambas as estações. Na estação chuvosa foram observadas 122 espécies, das quais 54 mostraram-se exclusivas dessa estação; na seca, foram observadas 103 espécies, das quais 38 foram exclusivas dessa estação. Comparando com outros estudos realizados em lagos amazônicos, como por exemplo Huszar et al. (1998), Ibañez (1998), e Melo et al. (2005), e com outros ecossistemas lênticos do Brasil como em Figueredo & Giani (2001), Calijuri et al. (2002), Henry et al. (2006) percebe-se que a riqueza no Lago do Viveiro foi alta.

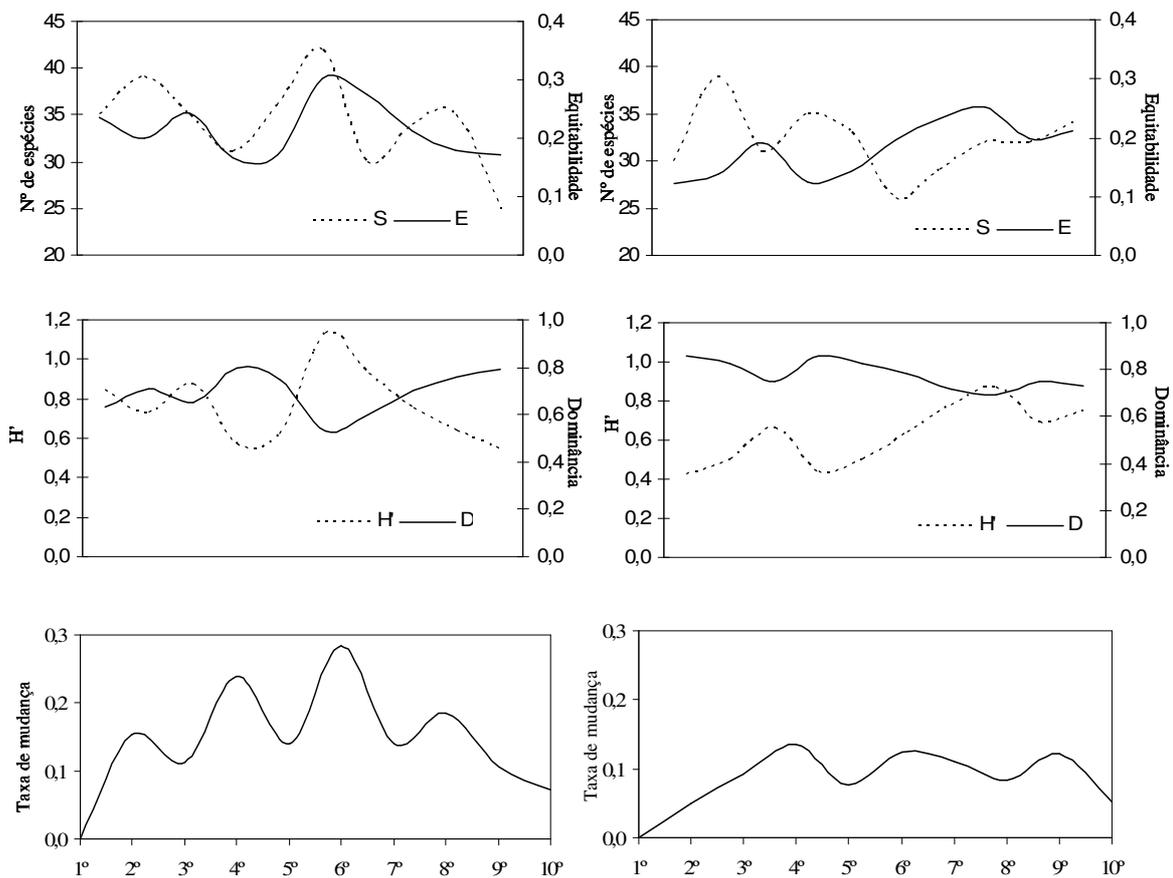
Diversidade e equitabilidade foram baixas (Tab. XXIII e Fig. 32) quando comparadas com outros ecossistemas aquáticos tropicais, como aqueles estudados por Huszar et al. (1990), Oliveira & Calijuri (1995), Melo & Huszar (2000), Calijuri et al., (2002). Maiores valores de diversidade e equitabilidade foram detectados na estação chuvosa, com exceção dos três últimos dias, a qual está associada a chuvas frequentes, que por sua vez podem ajudar na diversificação de ambientes e, conseqüentemente na diversidade da comunidade.

**Tabela XXIII.** Médias dos valores de número de espécies (**S**), diversidade (**H'**), equitabilidade (**E**), dominância (**D**) e taxa de modificação (**SD**) da comunidade fitoplanctônica obtidos para o Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Índice	S		H'		E		D		SD	
	Chuva	Seca								
<b>Dia</b>										
1°	35	30	0,84	0,12	0,24	0,12	0,63	0,86	-	-
2°	39	39	0,73	0,50	0,20	0,14	0,71	0,83	0,15	0,05
3°	35	31	0,87	0,66	0,24	0,19	0,65	0,75	0,11	0,09
4°	31	35	0,57	0,44	0,17	0,12	0,80	0,86	0,24	0,14
5°	36	33	0,62	0,50	0,17	0,14	0,75	0,83	0,14	0,08
6°	42	26	1,13	0,64	0,30	0,20	0,53	0,78	0,29	0,13
7°	30	29	0,93	0,78	0,27	0,23	0,60	0,72	0,14	0,11
8°	34	32	0,75	0,87	0,21	0,25	0,70	0,69	0,19	0,08
9°	35	32	0,64	0,69	0,18	0,20	0,76	0,75	0,11	0,12
10°	25	34	0,55	0,75	0,17	0,21	0,79	0,73	0,07	0,05

A presença de somente uma espécie dominante em ambas as estações proporcionou altos valores de dominância durante todo o período de estudo e, conseqüentemente, baixa diversidade (Tab. XXIII e Fig. 32).

Para quantificar as mudanças ocorridas na comunidade fitoplanctônica durante as estações e dias amostrados neste trabalho, utilizamos a taxa de modificação da comunidade através do índice das Diferenças Somadas (SD) proposto por Lewis (1978b), que representa a medida quantitativa das variações na composição e abundância de espécies (Reynolds, 1984a). Quando o valor desse índice é baixo ( $<0,05.\text{dia}^{-1}$ ) significa que a composição da comunidade flutua pouco (a maioria das espécies aumenta ou decresce simultaneamente) e aumenta desde que uma população dominante seja substituída por outra. Altos valores ( $>0,1.\text{dia}^{-1}$ ) geralmente representam mudanças abruptas, em que várias espécies declinam simultaneamente e outras aumentam rapidamente para preencher o espaço deixado. Portanto, taxa de mudança permite identificar transição na organização da comunidade que, conseqüentemente, responde às mudanças críticas no ambiente (Reynolds, 1984b).



**Figura 32.** Variações no número de espécies (S), diversidade ( $H'$ ), equitabilidade (E), dominância (D) e taxa de modificação (SD) da comunidade fitoplanctônica obtidos para o Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Os valores obtidos para a taxa de mudança (SD) revelaram que as variações na comunidade foram mais acentuadas na estação chuvosa (Tab. XXIII e Fig. 32), onde

somente o último dia apresentou valor menor do que 0,1 dia<sup>-1</sup>. Porém, vale salientar que seis dos dez dias estudados não variaram muito além de 0,1 dia<sup>-1</sup> (0,11 a 0,19 dia<sup>-1</sup>), o que pode ser explicado pela dominância de poucas espécies (*S. aquatilis* e *Synechocystis* sp.) e pela falta de substituição das mesmas ao longo da estação.

Os baixos valores da taxa de mudança da comunidade durante toda a estação seca, evidenciaram um ambiente relativamente estável, na qual foram observadas taxas bem menores que as da chuvosa (Fig. 32). Essa estabilidade deve-se possivelmente à homogeneidade do sistema, visto que foi constatado, através dos fatores abióticos, que o ambiente não mostrou padrão de estratificação durante esse período, situação que não favorece a variabilidade de habitats e que por sua vez não proporciona a diversificação das espécies.

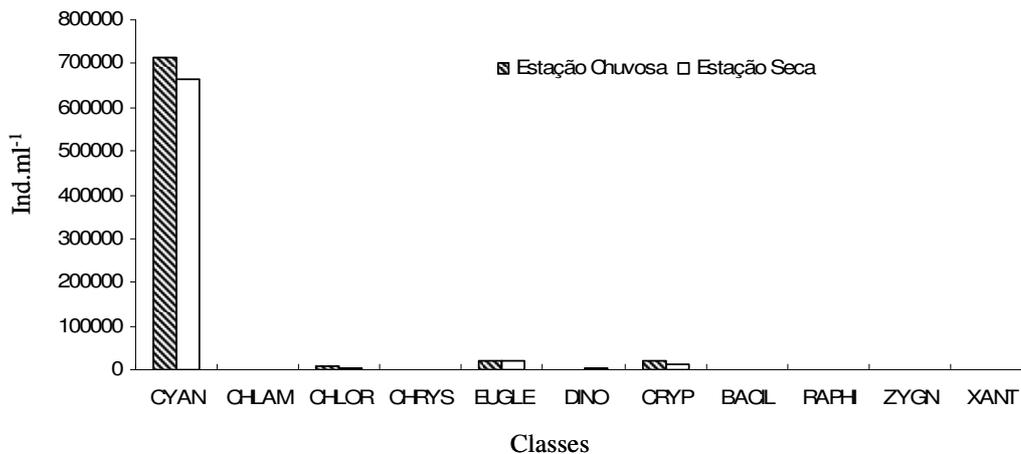
Finalmente, foi possível observar que na estação chuvosa a modificação da comunidade foi mais acentuada em relação à estação seca, porém não o bastante para promover substituição das espécies dominantes *S. aquatilis*.

#### 4.2.1.2. Densidade total das espécies abundantes

A análise quantitativa do fitoplâncton abrangeu representantes das 11 classes taxonômicas citadas na análise qualitativa em ambas as estações. A Cyanophyceae contribuiu com 92,7% da densidade total na estação chuvosa e 93,9% na estação seca (Tab. XXIV e Fig. 33).

**Tabela XXIV.** Densidade total (ind.mL<sup>-1</sup>) e percentual de contribuição das espécies identificadas no Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

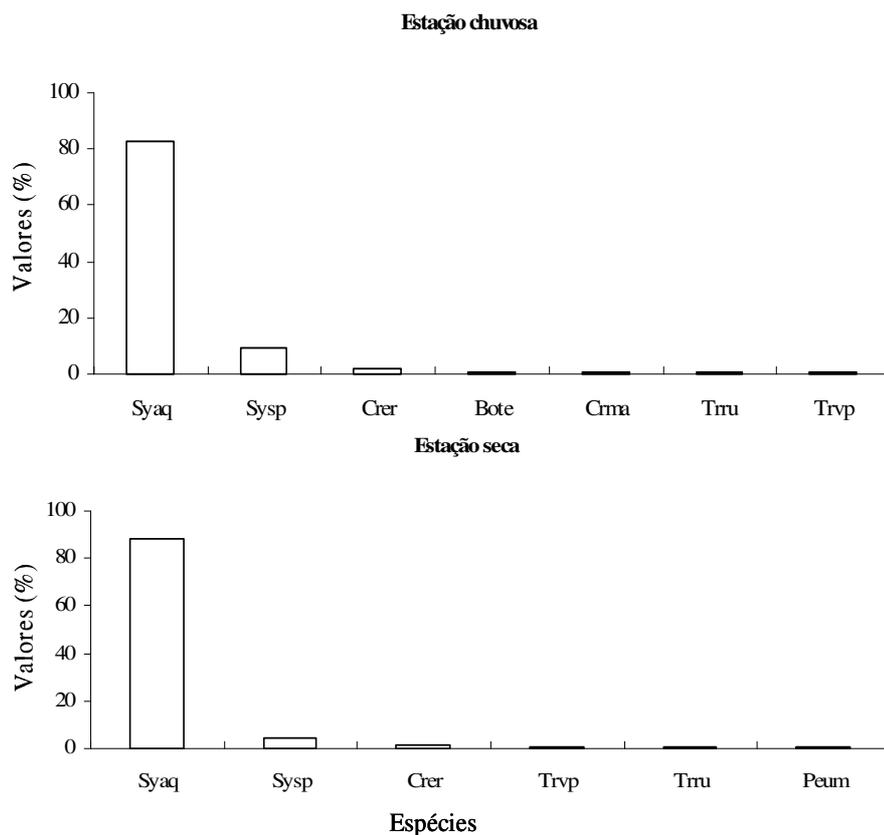
Classes	Estação Chuvosa	%	Estação Seca	%
Cyanophyceae	715778	92,7	663101	93,9
Chlamydoephyceae	1234	0,2	300	0,0
Chlorophyceae	8790	1,1	2529	0,4
Chrysophyceae	1957	0,3	842	0,1
Euglenophyceae	19295	2,5	19807	2,8
Dinophyceae	1836	0,2	5539	0,8
Cryptophyceae	21793	2,8	12191	1,7
Bacillariophyceae	180	0,0	210	0,0
Raphidophyceae	751	0,1	120	0,0
Zygnemaphyceae	270	0,0	1354	0,2
Xanthophyceae	632	0,1	331	0,0
<b>Total</b>	<b>772.516</b>		<b>706.324</b>	



**Figura 33.** Densidade (ind.mL<sup>-1</sup>) das classes identificadas para o Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca).

Durante a estação chuvosa, sete espécies foram consideradas abundantes correspondendo a 97,3% da densidade total e seis espécies durante a estação seca, correspondendo a 97,8% da densidade total para o período (Fig. 34). Dentre as espécies abundantes, as cinco seguintes foram comuns e persistentes ao longo de ambas as estações do presente estudo: *Cryptomonas erosa*, *Synechocystis aquatilis*, *Synechocystis* sp, *Trachelomonas rugulosa* e *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*. Somente a espécie *Synechocystis aquatilis* revelou-se dominante ao longo de todo o período estudado.

Descritores biológicos são as espécies verdadeiramente importantes no sistema, cujas atividades determinam a estrutura e a estabilidade da comunidade. Tais espécies podem exercer forte controle sobre a ocorrência de outras e serem conhecidas por sua abundância numérica ou sua biomassa. No caso de chegarem a ser dominantes, assume-se que alcançaram tal dominância por exclusão competitiva e que serão ecologicamente constantes, ou seja, jamais serão substituídas, no momento de sua dominância, por outras espécies. Embora, em termos de número de táxons, os descritores biológicos representem relativamente pouco se comparados com a comunidade total, sua contribuição à densidade e à diversidade é alta, pois essas espécies controlam grande parte do fluxo de energia e biomassa no ecossistema (Ramírez, 1996).



**Figura 34.** Percentual de contribuição das espécies abundantes e dominantes do Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). **Syaq** - *Synechocystis aquatilis*, **Sysp** - *Synechocystis sp*, **Crer** - *Cryptomonas erosa*, **Bote** - *Botryococcus terribilis*, **Crma** - *Cryptomonas marssonii*, **Trru** - *Trachelomonas rugulosa*, **Trvp** - *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, **Peum** - *Peridinium umbonatum* var. *umbonatum*.

Espécies importantes são aquelas que contribuíram com mais do que 5% da biomassa total segundo Taylor & Wetzel (1988) e 10% para Sommer (1981). No entanto, neste trabalho, assim como em Lopes et al. (2005), consideramos descritores biológicos da comunidade, dentre as espécies abundantes, aquelas que contribuíram com mais de 3% da densidade total. Estas foram somente duas, tanto na estação chuvosa quanto na seca (Fig. 34). Na estação chuvosa só essas duas espécies foram responsáveis por 92,11% da densidade total, e na seca por 93%.

As duas espécies descritoras da comunidade, *Synechocystis aquatilis* e *Synechocystis sp*, são nanoplantônicas e pertencem à classe Cyanophyceae. As cianofíceas são organismos comuns em todos os tipos de climas e em todas as estações do ano, sua habilidade de armazenar fósforo como polifosfatos e de fixar nitrogênio da atmosfera permite-lhes sobreviver em águas de ampla gama de estados tróficos e manter o crescimento mesmo durante períodos posteriores à deficiência de nutrientes. Por isso, não

necessariamente são indicadoras de condições eutróficas (Paerl, 1988). Este autor afirma ainda que alguns gêneros de cianofíceas que apresentam pequeno tamanho, como muitos componentes eucarióticos do fitoplâncton, levam vantagem na absorção de nutrientes devido a alta razão superfície/volume, e também se beneficiam por terem alta eficiência fotossintética sob níveis de luz extremamente baixos. Portanto, essas cianofíceas de pequeno tamanho podem estar em vantagem seletiva em águas oligotróficas, onde nutrientes essenciais, como nitrogênio e fósforo, podem estar escassos ou em pequena quantidade. Segundo Tundisi et al. (1981) e Tundisi (1983), comunidades fitoplanctônicas com alta razão superfície/volume (nano e picoplâncton) são adaptadas a baixas concentrações de nutrientes. As características oligotróficas do Lago do Viveiro são reforçadas pela presença abundante de espécies nanoplanctônicas aliada a baixas concentrações de nutrientes.

#### **4.2.2. Análise integrada dos fatores bióticos e abióticos**

A ordenação da Análise de Correspondência Canônica (ACC) visou determinar as principais variáveis ambientais responsáveis pela maior variabilidade da comunidade fitoplanctônica no reservatório. Esta técnica tem a vantagem de representar, simultaneamente, variáveis ambientais (abióticas) e biológicas no espaço bidimensional (Hall & Smoll, 1992). Para sua materialização, foram utilizadas as espécies que contribuíram com mais de 0,3% da densidade total das espécies identificadas. Estas espécies somadas contribuíram com mais de 90% da densidade total. As variáveis ambientais foram selecionadas com base na Análise de Componentes Principais (ACP). Segundo Ter-Braak & Prentice (1988), a ACC torna-se mais robusta quando são necessárias poucas variáveis ambientais para identificar a distribuição das espécies. Portanto, no presente estudo, a ACC foi efetuada com 9 variáveis bióticas e seis ambientais.

Para testar o nível de significância dos dois primeiros eixos canônicos foi utilizado o Teste Monte Carlo, que determina a probabilidade dos autovalores terem, ou não, distribuição ao acaso. A variabilidade dos dados foi explicada através do coeficiente canônico, que representa o peso da contribuição de cada variável ambiental na ordenação dos eixos (Ter-Braak, 1986).

Teste Monte Carlo, de permutação, revelou que os eixos 1 e 2 da ordenação foram estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ), denotando que é pouco provável que os acontecimentos tenham ocorrido ao acaso, ou seja, a análise representou, com certa

confiança, as relações reais existentes entre unidades amostrais, variáveis ambientais e espécies do fitoplâncton.

Os autovalores para os eixos 1 ( $\lambda = 0,265$ ) e 2 ( $\lambda = 0,053$ ) explicaram conjuntamente 32,4% da variância dos dados biológicos. A correlação espécie-ambiente para os eixos 1 (0,863) e 2 (0,698) foi alta, indicando forte relação entre distribuição das espécies do fitoplâncton e variáveis ambientais utilizadas na ordenação (Tab. XXV).

A ACC explicou 32,4% da variância total dos dados (eixo 1=27,1% e eixo 2=5,4%), sendo que para o eixo 1, as principais variáveis correlacionadas foram: nitrogênio total (NT), pH e oxigênio dissolvido (OD). Para o eixo 2, temperatura, condutividade e CO<sub>2</sub> (gás carbônico livre) (Tab. XXVI).

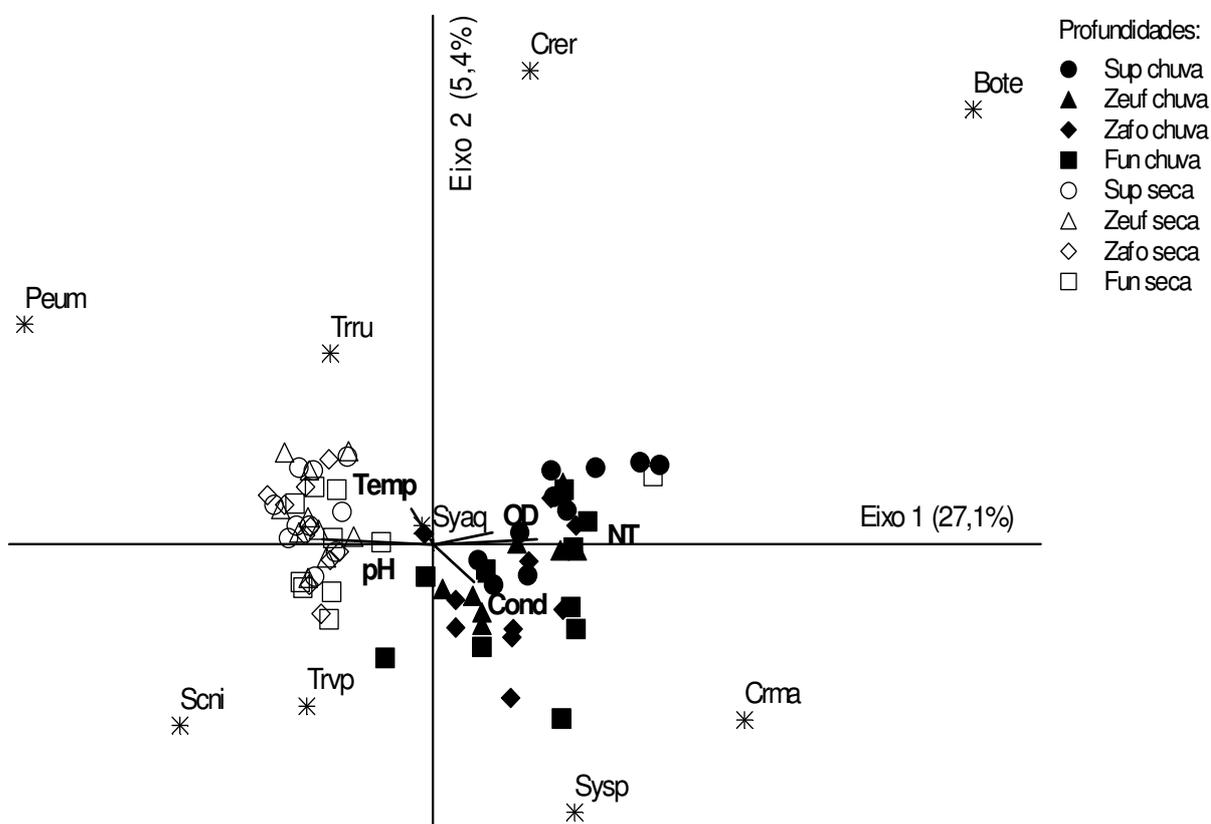
A Figura 35 mostra que no plano negativo do eixo 1 situaram-se todas as unidades amostrais referentes à estação seca, que se associaram aos maiores valores de pH. No plano positivo, situaram-se a grande maioria das unidades amostrais referentes à estação chuvosa associadas aos maiores valores de NT e OD. É possível perceber então, que o eixo 1 separou as unidades amostrais em relação à sazonalidade. Desta forma a ACC mostrou que as variáveis estudadas: temperatura, OD, NT, pH, CO<sub>2</sub> e condutividade elétrica de forma geral determinaram a distribuição e abundância das espécies, entre as duas estações estudadas e ao longo do perfil vertical da coluna d'água.

O eixo 2 não mostrou nenhuma representatividade significativa, pois todas as unidades amostrais estão demonstradas no eixo 1, como explicado acima.

É necessário ressaltar que todas as espécies representadas no diagrama da ACC estiveram presentes em ambas as estações, porém *Botryococcus terribilis* e *Cryptomonas marssonii* só foram abundantes na estação chuvosa e *Peridinium umbonatum* só o foi na estação seca.

No centro da Figura 35 está situada a *Synechocystis aquatilis*, a espécie dominante em ambas as estações climáticas, durante todos os dias e estratos estudados da coluna d'água, mostrando-se pouco influenciada ou até mesmo indiferente ao gradiente das variáveis abióticas, no que diz respeito às variações espaciais (perfil vertical da coluna d'água), bem como às temporais (dias e estações climáticas). Segundo Paerl (1988), as cianofíceas têm preferência por águas neutras a alcalinas, no entanto, este fato não foi confirmado neste trabalho visto que o pH variou de 5 a 7 no Lago do Viveiro. A ocorrência de organismos pequenos em águas oligotróficas foi notada por Harris (1994), e Willén (1985) também observou que os organismos menores têm uma tendência à dominância nestes ambientes. Nascimento (1996) afirmou que o tempo de geração de *S. aquatilis* é de

aproximadamente 1,7 dias, tempo considerado curto, o que confere mais uma vantagem adaptativa a esta espécie. É provável que todas essas características, atuando em conjunto, tenham levado (ou contribuído) à dominância da mesma durante o período estudado, juntamente com o favorecimento das condições ambientais do lago.



**Figura 35.** Percentual de contribuição das espécies abundantes e dominantes do Lago do Viveiro nos períodos de 18/fevereiro a 26/março/2006 (estação chuvosa) e de 19/agosto a 24/setembro/2006 (estação seca). **Syaq** - *Synechocystis aquatilis*, **Sysp** - *Synechocystis sp*, **Crer** - *Cryptomonas erosa*, **Bote** - *Botryococcus terribilis*, **Crma** - *Cryptomonas marssonii*, **Trru** - *Trachelomonas rugulosa*, **Trvp** - *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, **Peum** - *Peridinium umbonatum* var. *umbonatum*.

**Tabela XXV.** Resultado da Análise de Correspondência Canônica (CCA) utilizando seis variáveis ambientais e nove variáveis bióticas (espécies) realizada para o Lago do Viveiro, incluindo as duas estações climáticas estudadas: chuvosa (18/fevereiro a 26/março/2006) e seca (19/agosto a 24/setembro/2006).

	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
Autovalor ( $\lambda$ )	0,265	0,053
Porcentagem de variância explicada	27,1	5,4
Porcentagem de explicabilidade acumulada	27,1	32,4
Correlação de Pearson (espécie-ambiente)	0,863	0,698
Teste Monte Carlo (autovalores) – <i>p</i>	0,010	0,010
Teste Monte Carlo (corr. Espécie-ambiente)	0,010	0,010

**Tabela XXVI.** Coeficiente canônico das variáveis ambientais com os eixos de ordenação para nove variáveis biológicas do Lago do Viveiro, incluindo as duas estações climáticas estudadas: chuvosa (18/fevereiro a 26/março/2006) e seca (19/agosto a 24/setembro/2006).

Variável	Código	Coeficiente canônico	
		Eixo 1	Eixo 2
Condutividade	Cond	0,067	-0,167
Gás carbônico livre	CO <sub>2</sub>	-0,044	0,114
Nitrogênio Total	NT	0,253	0,071
Oxigênio Dissolvido	OD	0,114	-0,048
Potencial Hidrogeniônico	pH	-0,251	-0,028
Temperatura	Temp	0,031	0,176

*S. aquatilis* e *Synechocystis* sp., como já comentado anteriormente, fazem parte de um grupo de organismos pequenos e que por apresentarem alta razão superfície/volume, se beneficiam por ter maior superfície de contato, se sobressaindo em ambientes oligotróficos (Paerl 1988), como parece ser o Lago do Viveiro. Alia-se a isso a capacidade da *S. aquatilis* de armazenar fósforo quando em abundância, para sua posterior utilização (Paerl 1988). Todas essas características atuando em conjunto, podem ajudar a explicar a dominância dessa espécie em detrimento das muitas outras espécies presentes (ver Tab. XXI).

*S. aquatilis* mostrou-se subdominante em um lago tropical, fundo e hiposalino do México, estudado por Guadalupe et al. (2001). Huszar et al. (1998 e 2000) identificaram a mesma como uma das espécies dominantes em uma lagoa costeira, oligohalina e ligeiramente alcalina do sudeste do Brasil, e Borges (2006) também a identificou como dominante em um reservatório da região subtropical do Brasil, porém somente em determinadas épocas do ano, o que torna distinto o Lago do Viveiro, onde a presente espécie predominou ininterruptamente ao longo de todo o período de estudo. Camara et al. (2007) notou que *S. aquatilis* foi uma das espécies que apresentou maior abundância no Canal Pataxó, situado na Zona do Sertão do Estado do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil, cujo ambiente apresentou-se alcalino, o que deve ter favorecido a abundância de *S. aquatilis*, como discutido anteriormente. Percebe-se porém, que nenhum destes ambientes acima citados apresentam semelhança com o Lago do Viveiro, visto que este é um lago raso. Não foram encontrados outros trabalhos que tenham revelado o mesmo padrão de ocorrência e dominância ou essa composição em relação às espécies mais frequentes.

*Cryptomonas erosa* foi observada na superfície durante a estação chuvosa e correlacionada com altos valores de temperatura e baixos valores de condutividade.

Reynolds (1984a) afirma que criptofíceas parecem tolerar uma ampla variedade de condições nutricionais por que simplesmente existem durante o ano inteiro e Lewis (1978b) atesta que em lagos tropicais, essa classe está presente quase que universalmente, mas raramente chega a apresentar altas abundâncias, ambas as assertivas foram corroboradas pela presente pesquisa. *Cryptomonas marssonii* ocorreu na estação chuvosa, juntamente com *C. erosa*, contudo ocupou nichos distintos, quais sejam zona afótica e fundo. De acordo com a ACC, *C. marssonii* esteve mais correlacionada com altos valores de condutividade e de NT, e baixos valores de pH, por estar concentrada nas camadas mais inferiores do lago.

*Botryococcus terrestris* foi mais freqüente na superfície da estação chuvosa, mostrando-se mais intimamente correlacionada ao aumento do OD. Ela conseguiu manter essa posição, possivelmente por ser um gênero tolerante à estratificação, alta insolação e baixas concentrações de nitrogênio e fósforo (Reynolds, 2006). Esta tolerância à estratificação deve-se à sua capacidade de flutuação devido à formação de gotículas de óleo na mucilagem que envolve a colônia (Esteves, 1998).

*Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, ocorreu mais freqüentemente no fundo da estação seca, correlacionada com o aumento da condutividade e diminuição da temperatura. Em contrapartida, *Trachelomonas rugulosa*, esteve mais presente na superfície e zona eufótica também durante a seca e apresentou-se mais correlacionada com aumento da temperatura e diminuição da condutividade. A baixa densidade de ambas as espécies, acima citadas, pode ser explicada por Wetzel (1993), quando declara que o desenvolvimento das populações de euglenofíceas no plâncton dá-se principalmente quando as concentrações de amônia e de matéria orgânica dissolvida são elevadas, o que não foi constatado no Lago do Viveiro, pelo menos durante o período estudado.

*Peridinium umbonatum* var. *umbonatum* esteve presente nas camadas superficiais durante a estação seca e correlacionada ao aumento do pH e diminuição do NT. A população de *P. umbonatum* aumentou na estação seca possivelmente devido ao aumento do pH nesta estação em comparação com a chuvosa, pois segundo Pollinger (1988), embora este gênero tolere grandes variações no pH, seu crescimento é reduzido na presença de pH abaixo de 6. Margalef (1983) também encontrou este gênero em lagos oligotróficos e de águas alcalinas, tal situação foi observada para o Lago do Viveiro na estação seca quando o pH foi mais alto, mostrando tendência a alcalinidade. Essa pesquisa ajuda a corroborar ainda o que Reynolds (2006) afirmou sobre algumas espécies de *Peridinium*, as quais estão associadas com colunas d'água misturadas de lagos rasos.

Cada um desses grupos de organismos fitoplanctônicos, tão diferentes entre si, tem sua especialidade. Contudo, todos eles parecem ter sido menos capazes de suportar toda a gama de variação de condições do meio, perdendo a competição e o posto de dominante para a *S. aquatilis*.

Finalmente, é possível afirmar que as espécies *S. aquatilis* e *Synechocystis* sp. foram as que caracterizaram a comunidade fitoplanctônica, durante as estações estudadas.

## 5. CONCLUSÃO

Com base no estudo da estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no lago do Viveiro e suas relações com algumas variáveis físicas e químicas da água, foi possível concluir que essas variáveis abióticas analisadas, ao que tudo indica, não influenciaram a dominância de *Synechocystis aquatilis*. No entanto, outras espécies estiveram presentes durante todo o período estudado e se mostraram suscetíveis às mudanças nas variáveis abióticas, são elas: *Synechocystis* sp., *Cryptomonas erosa*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis* e *Trachelomonas rugulosa*. Essas espécies não apresentaram quantidades expressivas durante todo o tempo, mas somente em determinadas épocas, variando de acordo com as condições ambientais.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) mostrou as possíveis relações entre as variáveis abióticas e as espécies quantitativamente mais importantes da comunidade fitoplanctônica. A análise indicou o nitrogênio total (NT) como fator de força mais intimamente ligado à dominância da espécie *Synechocystis aquatilis*, possivelmente por ela apresentar vantagem no que diz respeito à assimilação dos nutrientes. *Synechocystis* sp. apresenta, em geral, as mesmas vantagens adaptativas da espécie dominante.

*Cryptomonas erosa* teve seu ponto alto na estação chuvosa, na camada superficial e correlacionou-se mais fortemente com a temperatura. Essa correlação deve ter acontecido exatamente porque, durante o dia, é na superfície onde a temperatura encontra-se mais elevada. Sendo uma espécie fitoflagelada, tem a capacidade de descer ao fundo em busca de nutrientes e subir à superfície, onde há luz, mesmo quando a coluna d'água está estratificada, como aconteceu nessa estação.

Durante a seca, em contrapartida, foram as espécies *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis* e *Trachelomonas rugulosa* que apareceram em grandes quantidades. *Trachelomonas rugulosa* ocorreu na superfície e zona eufótica, correlacionada ao aumento da temperatura e diminuição da condutividade, pois é exatamente nas camadas superficiais

onde a condutividade é menor. O contrário aconteceu com *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, a qual apresentou maior número de indivíduos no fundo do lago. Por estar no fundo, ela correlacionou-se ao aumento da condutividade e diminuição da temperatura.

Essas duas últimas espécies, bem como as euglenofíceas em geral, se sobressaem principalmente quando há diminuição das concentrações de nutrientes, foi o que aconteceu na estação seca em relação à chuvosa, possivelmente por isso elas conseguiram aumentar sua densidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J.S. 2000. Influência do regime hidrológico sobre algumas variáveis limnológicas em um lago da planície de inundação do Rio Acre (Lago Amapá, Acre, Brasil). Rio Branco, UFAC (Dissertação).
- Anagnostidis, K. & Komarek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 3: Oscillatoriales. *Algol. Stud.*, 50-53: 327-472.
- Araujo, M.F., Costa, I.A.S. & Chellappa, N.T. 2000. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais na Lagoa de Extremoz, Natal – RN, Brasil. *Acta Limnol. Brás.*, 12:127-140.
- Archibald, P.A. & King, J.M. 1985. The algae flora of two distinct habitats along the Moa River in the State of Acre, Brazil. *Acta Amazônica*, 15:145-151.
- Barros, C.F.A., Souza, M.B.G. & Barbosa, F.A.R. 2006. Seasonal mechanisms driving phytoplankton size structure in a tropical deep lake (Dom Helvécio Lake, South-East Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 18(1):55-66.
- Bicudo, C.E.M. & Bicudo, R.M.T. 1970. Algas de águas continentais brasileiras. Chave ilustrada para identificação de gêneros. Fundação Brasileira para o desenvolvimento do ensino de Ciências, São Paulo.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2005. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. Rima, São Carlos.

- Borges, P.A.F. 2006. Estrutura e dinâmica do fitoplâncton nos reservatórios de Segredo e Parigot de Souza (Estado do Paraná, Brasil). Maringá, UEM (Dissertação).
- Bourrelly, P.C. 1972. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues vertes. Éditions N. Boubée, Paris.
- Bourrelly, P.C. 1981. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues jaunes et brunes. Éditions N. Boubée, Paris.
- Bourrelly, P.C. 1985. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues bleus et rouges. Éditions N. Boubée, Paris.
- Calijuri, M.C. 1988. Respostas Fisiocológicas da Comunidade Fitoplanctônica e Fatores Ecológicos em Ecossistemas com Diferentes Estágios de Eutrofização. São Carlos, USP (Tese).
- Calijuri, M.C., Santos, A.C.A. & Jati, S. 2002. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (BarraBonita, S.P. – Brazil). *Journal of Plankton Research*, 24(7):617-634.
- Camara, F.R.A., Lima, A.K.A. & Chellappa, N.T. 2007. Diversidade da comunidade fitoplanctônica do Canal do Pataxó, Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5(2):21-23.
- Carmouze, J.P. 1994. O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. Edgard Blüncher: FAPESP, São Paulo.
- Castro, A.A.J. 1993. Cryptophyceae do estado de São Paulo: inventário taxonômico. Rio Claro, USP (Tese).
- Cole, G. 1983. Textbook of limnology. 3.ed. The C.V. Mosby Co, London.
- Darwich, A.J., Aprile, F.M. & Robertson, B.A. 2005. Variáveis limnológicas: contribuição ao estudo espaço-temporal de águas pretas amazônicas. In: Silva, E.N.S., Aprile, F.M., Scudeller, V.V. & Melo, S. (org.) BioTupé. Meio físico, diversidade biológica e sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. INPA, Manaus. p.19-33.

- Esteves, F. de A. 1998. Fundamentos de Limnologia. 2.ed. Interciência – FINEP, Rio de Janeiro.
- Ettl, H. 1978. Xanthophyceae. In: Ettl., H., Gerloff, J. & Haynig, H. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa v.3. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Ettl, H. 1983. Chlorophyta, 1: Phytomonadina. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa v.9. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Faria, A.C.E.A., Hayashi, C., Soares, C.M. & Furuya, W.M. 2001. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e variáveis físicas e químicas em tanques experimentais submetidos a diferentes adubações orgânicas. *Acta Scientiarum*, 23(2):291-297.
- Ferreira, R.A.R., Cavenaghi, A.L., Velini, E.D., Corrêa, M.R., Negrisoli, E., Bravin, L.F.N., Trindade, M.L.B. & Padilha, F.S. 2005. Monitoramento de fitoplâncon e microcistina no reservatório da UHE Americana. *Planta daninha*, 23(2).
- Figueredo, C.C. & Giani, A. 2001. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. *Hydrobiologia*, 445:165–174.
- Golterman, H.L. & Clymo, R.S. 1969. *Methods for chemical analysis of freshwater*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Guadalupe O., M., Lugo, A., Alcocer, J., Peralta, L. & S'anchez, M. R. 2001. Phytoplankton dynamics in a deep, tropical, hyposaline lake. *Hydrobiologia*, 466:299-306.
- Guenther, M. & Bozelli, R. 2004. Effects of inorganic turbidity on the phytoplankton of an Amazonian Lake impacted by bauxite tailings. *Hydrobiologia*, 511:151-159.
- Hall, R.I. & Smoll, J.P. 1992. A weight-averaging regression and calibration model for inferring total phosphorus concentration from diatoms in British Columbia (Canadá) lakes. *Freshw. Biol.*, 27:417-434.
- Harris, G. P., 1994. Pattern, process and prediction in aquatic ecology: a limnological view of some general ecological problems. *Freshwat. Biol.*, 32:143–160.

- Henry, R. 1990. Estrutura espacial e temporal do ambiente físico e químico e análise de alguns processos ecológicos na represa de Jurumirim (rio Paranapanema, SP) e na sua bacia hidrográfica. Botucatu, USP (Tese).
- Henry, R., Ushinohama, E. & Ferreira, R.M.R. 2006. Fitoplâncton em três lagoas marginais ao Rio Paranapanema e em sua desembocadura no Reservatório de Jurumirim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. *Rev. Brasil. Bot.*, 3:399-414.
- Hübner-Pestalozzi, G. 1941. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. Chrysophyceen. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 16(2).
- Hübner-Pestalozzi, G. 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. Euglenophyceen. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 16(4).
- Huszar, V.L.M. 2000. A comunidade fitoplanctônica e sua relação com o pulso hidrológico e o rejeito de bauxita. In: Bozelli, R. L.; Esteves, F. A.; Roland, F. (org.). Lago Batata: impacto e recuperação em um ecossistema amazônico. Inst. Biologia-UFRJ/Soc. Bras. Limnologia, Rio de Janeiro. p.91-104.
- Huszar, V.L.M., Silva, L.H.S., Domingos, P., Marinho, M. & Melo, S. 1998. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. *Hydrobiologia*, 369/370:59-71.
- Huszar, V.L.M., Silva, L.H.S. & Esteves, F.A. 1990. Estrutura das comunidades fitoplanctônicas de 18 lagoas da região do Baixo Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 50(3):585-598.
- Huszar, V.L.M., Silva, L.H.S., Marinho, M., Domingos, P. & Sant'Anna, C.L. 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia*, 424:67-77.
- Huszar, V.L.M., Bicudo, D. de C., Giani, A., Ferragut, C., Martinelli, L.A. & Henry, R. 2005. Subsídios para compreensão sobre a limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e perifíton em ecossistemas continentais lênticos do Brasil. In: Roland, F., César D., Marinho, M. M. (org.). Lições de Limnologia. RiMa, São Carlos. p. 246-260.

- Huszar, V.L.M. & Reynolds, C.S. 1997. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brasil). *Hydrobiologia*, 346:169-181.
- Hutchinson, G.E. 1957. A treatise on limnology. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Ibañez, M.R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia*, 362:79–83.
- Keppeler, E.C., Lopes, M.R.M. & Lima, C.S. 1999a. Ficoflórula do lago Amapá em Rio Branco - Acre, I: Euglenophyceae. *Rev. Bras. Biol.*, 59(4):679-686.
- Keppeler, E.C., Lopes, M.R.M. & Lima, C.S. 1999b. Ficoflórula do lago Amapá em Rio Branco - Acre, II: Chlorophyta. *Rev. Bras. Biol.*, 59(4):687-691.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 2: Chroococcales. *Archiv für Hydrobiologie, Supl. 73 (2), Algological Studies*, 43:157-226.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4: Nostocales. *Archiv für Hydrobiologie, Supl. 82 (3), Algological Studies*, 56:247-345.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales. In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.). *Das Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Jena. 19(1).
- Komárek, J. & Fott, B. 1983. Chlorophyceae (Grünalgen) Chlorococcales. In: Huber-Pestalozzi, G. (Ed.). *Das phytoplankton des süßwassers: systematik und biologie*. Verlagsbuchhandlung.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1985. Naviculaceae: Neue und Wenig bekannte Taxa, neue kombination und synonyme sowie Berneklungen zu einigen Gattungen. *Bibl. Diatomol.*, Berlin, 9:5-230.

- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirelaceae: In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.) Das Süßwasserflora von Mitteleuropa, G. Fischer Verlag, Stuttgart. v. 2, pt. 3.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae: Achnanthaceae. Kristiche Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.) Das Süßwasserflora von Mitteleuropa, G. Fischer Verlag, Stuttgart. v. 2, pt. 4.
- Lacerda, S.R., Koenig, M.L., Neumann-Leitão, S. & Flores-Montes, M.J. 2004. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá – Pernambuco – Brazil). *Braz. J. Biol.*, 64(1) Feb.
- Lewis Jr., W.M. 1978a. A compositional, phytogeographical and elementary structural analysis of the phytoplankton in a tropical lake: Lake Lanao, Philippines. *Journal of Ecology*, 66:213-226.
- Lewis Jr., W.M. 1978b. Analysis of succession in a tropical plankton community a new measure of succession rate. *Am. Nat.*, 112:401-414.
- Lewis Jr., W.M. 1983. Temperature, heat, and mixing in Lake Valencia, Venezuela. *Limnol. Oceanogr.*, 28(2):273-286.
- Lloyd, M. & Ghelardi, R.J. 1964. A table for calculating the equitability component of species diversity. *J. An. Ecol.*, 33:217-225.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estruturas de las fitocenoses planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Marinha*, 22:143-170.
- Lopes, M.R.M., Bicudo, C.E.M. & Ferragut, C. 2005. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. *Hydrobiologia*, 542:235-247.
- Lund, J.W.G., Kipling, C. & Lecren, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical bases of estimating by counting. *Hydrobiologia*, 11:143-170.

- Mackeret, F.J.H., Heron, J. & Talling, F.J. 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Cumbria Freshwater Biological Association. (Scientific Publication n° 36).
- Marcelino, R.R. 2005. Variações de curto prazo de parâmetros físicos e químicos, associadas às estratificações de um lago da planície de inundação do Rio Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. Rio Branco, UFAC (Dissertação).
- Margalef, R. 1983. Limnología. Omega, Barcelona.
- Matsuzaki, M., Mucci, J.L.N. & Rocha, A.A. 2004. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. Rev. Saúde Pública, 38(5):679-686.
- Melo, S. & Huszar, V.L.M. 2000. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): diel variation and species strategies. Journal of Plankton Research, 22(1):63-76.
- Melo, S. & Huszar, V.L.M. 2000. Phytoplankton of an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): diel variation and species strategies. Journal of Plankton Research, 22(1):77-90.
- Melo, S., Huszar, V.L.M., Roland, F., Esteves, F.A. & Bozelli, R. L. 2004. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian flood-plain lakes (Batata Lake and Mussurá Lake, Pará-Brasil) with different mixing regimes. Amazoniana - Limnologia Et Oecologia Regionalis Systemae Fluminis. Amazonas, Alemanha, 18(1/2)1-10.
- Melo, S., Rebelo, S.R.M., Souza, K.F., Menezes, M., & Torgan, L.C. 2005. Fitoplâncton. In: Silva, E.N.S., Aprile, F.M., Scudeller, V.V. & Melo, S. BioTupé. Meio físico, diversidade biológica e sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. INPA, Manaus.
- Menezes, M. 1994. Fitoflagelados pigmentados de quatro corpos d'água da região sul do município do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. São Paulo, USP (Tese).
- Nabout, J.C., Nogueira, I.S., Oliveira, L.G. 2006. Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. Journal of Plankton Research, 28(2)181-193.

- Nabout, J.C., Nogueira, I.S., Oliveira, L.G. & Morais, R.R. 2007. Phytoplankton diversity (alpha, beta and gamma) from the Araguaia River tropical floodplain lakes (central Brazil). *Hydrobiologia*, 557:455-461.
- Nascimento, S.M. 1996. Um estudo ecofisiológico de *Synechocystis aquatilis* f. *salina*: a razão N/P e sua relação com o crescimento e a atividade fotossintética. Niterói, Universidade Federal Fluminense (Dissertação).
- Nogueira, I.S. & Leandro-Rodrigues, N.C. 1999. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. *Revista Brasileira de Biologia*. 59(3).
- Oliveira, M.D. & Calijuri, M.C. 1995. Structure of the Phytoplanktonic Community in the Lobo Reservoir (SP): a Comparison among the different compartments of the reservoir: rivers, transition areas and reservoir. *An. Acad. Bras. Ci.*, 67(3):369-379.
- Paerl, H.W. 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (Cyanobacteria). In: Sandgren, C.D. (ed.) *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge. p.261-305.
- Payne, A. 1986. *The ecology of tropical lakes and rivers*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Pinilla, G.A. 2006. Vertical distribution of phytoplankton in a clear water lake of Colombian Amazon (Lake Boa, Middle Caquetá). *Hydrobiologia*, 568:79-90.
- Pivato, B.M., Train, S., Rodrigues, L.C. 2006. Dinâmica nictemeral das assembleias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo hidrológico. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, 28(1)19-29.
- Pollinger, U. 1988. Freshwater armored dinoflagellates: growth, reproduction strategies, and population dynamics. In: Sandgren, C.D. (ed.) *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge. p.261-305.
- Poole, H.H. & Atkins W.R.G. 1929. Photo-electric measurement of submarine illumination through out the year. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 16:297-324.

- Popvský, J. & Pfiester, L. A. 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.) Das Süßwasserflora von Mitteleuropa. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Ramírez R., J.J. 1996. Variações espacial vertical e nictemeral da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em quatro dias de amostragem de diferentes épocas do ano no Lago das Garças, São Paulo. USP (Master Thesis).
- Ramírez, J.J.R. & Díaz, A.C. 1994. Caracterización limnológica y estructura de la comunidad fitoplanctónica em la Laguna del Parque Norte, Medellín, Colombia. *Hoehnea*, 21(1/2):7-28.
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Reynolds, C.S. 1984a. *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press. London.
- Reynolds, C.S. 1984b. Phytoplankton periodicity: the interections of form, function and environmental variability. *Freshw. Biology*, 14:111-142.
- Reynolds, C.S. 2006. *Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ros, J. 1979. *Práticas de Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Schäfer, A. 1985. *Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais*. Ed. da Universidade (UFRGS), Porto Alegre.
- Shannon, C.E. & Wiener, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: Illinois University Press. 1963.
- Sieburth, J.McN., Smetacek, V. & Lenz, J. 1978. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.*, 23:1256-1263.

- Silva, C.A., Sueli, T.L. & Rodrigues, C. 2001. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum*, 23:283-290.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163:688.
- Sommer, U. 1981. The role of r- and k- selection in the succession of phytoplankton in Lake Constance. *Acta Oecologica/Oecologia Generalis* 2(4):327-342.
- Strickland, J.D.H. & Parsons, T.T. 1960. A manual of sea water analysis.
- Stumm, W. & Morgan, J.J. 1981. Aquatic chemistry: an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. J.Wiley & Sons, New York. 2<sup>a</sup> ed.
- Taylor, W.D. & Wetzel, R.G. 1988. Phytoplankton community dynamics in Lawrence Lake of southwestern Michigan. *Arch. Hydrobiol.*, 81(4):491-532.
- Ter-Braak, C.J.F. & Prentice, I.C. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, 18:271-317.
- Ter-Braak, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5):1167-1179.
- Tundisi, J.G. 1983. A review of basic ecological processes interacting with production and standig-stock of phytoplankton in lakes and reservoirs in Brazil. *Hydrobiologia*, 100:223-243.
- Tundisi, J.G. 2005. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. Rima, São Carlos. 2.ed.
- Tundisi, J.G. 1990. Distribuição espacial, seqüência temporal e ciclo sazonal do fitoplâncton em represas: fatores limitantes e controladores. *Revista Brasileira de Biologia*, 50:937-955.
- Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T., Pontes, M.C.F. & Gentil, J.G. 1981. Limnological studies at quaternary lakes in Eastern Brazil. 1. Primary production of phytoplankton and ecological factors at Lake D. Helvécio. *Rev. Bras. Bot.*, 4:5-14.
- Uthermöl, H. 1958. Zur Vervollkomnung der quantitativen phytoplankton: methodik. *Mitt. Int. Verein. Theor. Ange. Limnol.*, 9:1-38.

Van den Hoek, C., Mann, D.G. & Jahns, H.M. 1997. *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Wetzel, R.G. 1993. *Limnologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Willén, E. 1985. Phytoplankton and reversed eutrophication in lake Mälaren, central Sweden, 1965–1983. *Br. Phycol. J.*, 22:193–208.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)