

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
PROGRAMA INTEGRADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL  
E RECURSOS NATURAIS**

**FITOPLÂNCTON DE UM LAGO DE INUNDAÇÃO AMAZÔNICO (LAGO CATALÃO,  
AMAZONAS – BRASIL): ESTRUTURA DA COMUNIDADE, FLUTUAÇÕES ESPACIAIS  
E TEMPORAIS**

**FABIANE FERREIRA DE ALMEIDA**

**Manaus, Amazonas  
maio/2008**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**FABIANE FERREIRA DE ALMEIDA**

**FITOPLÂNCTON DE UM LAGO DE INUNDAÇÃO AMAZÔNICO (LAGO CATALÃO,  
AMAZONAS – BRASIL): ESTRUTURA DA COMUNIDADE, FLUTUAÇÕES ESPACIAIS  
E TEMPORAIS**

**Orientador:** SÉRGIO MELO, Dr.

**Financiamento:** CAPES, FAPEAM, CNPq

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

**Manaus – Amazonas  
maio/2008**

## FICHA CATALOGRÁFICA

A447 Almeida, Fabiane Ferreira  
Fitoplâncton de um lago de inundação amazônico (lago Catalão, Amazonas-Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais / Fabiane Ferreira de Almeida .--- Manaus : [s.n.], 2008.  
79 f. : il.

Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2008  
Orientador : Sérgio Melo  
Área de concentração : Biologia de Água Doce e Pesca Interior

1. Fitoplâncton – Catalão, Lago(AM). 2. Lagos de inundação.  
3. Ecologia aquática. 4. Variáveis físico-químicas. I. Título.

CDD 19. ed. 574.929811

## SINOPSE

O fitoplâncton e as características físico-químicas de um lago de várzea da Amazônia Central (lago Catalão) foram analisados em quatro pontos de amostragem e em dois períodos do ciclo hidrológico (seca e cheia). Diferenças entre os dois períodos amostrados na composição específica, estrutura da comunidade e características físico-químicas foram evidenciadas. A estrutura da comunidade foi semelhante entre os pontos amostrados na cheia e apresentou diferenças marcantes durante a seca. O ambiente foi dominado pelo grupo funcional  $X_1$  devido à forte dinâmica da região.

**Palavras-chave:** 1. Fitoplâncton 2. Lagos de inundação 3. Ecologia Aquática 4. Lago Catalão 5. Variáveis físico-químicas 6. Variação semanal e sazonal.

À mamãe, ao papai,  
às minhas irmãs  
e ao Wellington

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus e a Jesus Cristo por estarem sempre presentes em minha vida o que faz de mim uma pessoa mais forte e capaz de alcançar os meus objetivos.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pela estrutura física. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa de estudos.

Ao laboratório de Clima e Recursos Hídricos, em especial, à sua responsável Maria do Socorro por ter realizado as análises de nutrientes referentes à cheia.

Ao Doutor Assad Darwich e ao Projeto Monitoramento Ecoambiental do Gasoduto Coari-Manaus na Amazônia (MEGA) pela disponibilização dos dados de nutrientes de seca e demais dados solicitados.

A Doutora Vera Werner pela identificação das Cyanobacterias.

À Doutora Ângela Varella, coordenadora do curso, que sempre me ajudou em vários momentos desta caminhada.

Às secretarias do curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Carminha e Elany, na ajuda fundamental para a conclusão do mestrado, além da amizade conquistada, e todos os momentos de descontração na secretaria. Elany, obrigada pelos chocolates!!

Ao meu orientador Dr. Sérgio de Melo, por ter confiado em mim, ter me recebido e me aceito como orientanda, e por todas as horas dispensadas a minha pessoa, na correção do plano de dissertação, na aula de qualificação, nas coletas e análises de dados, na leitura da dissertação várias vezes (Meu Deus!!!). E olha que nossa caminhada está só começando.

Ao meu querido companheiro Wellington "Gtonzinho" por ser esta pessoa maravilhosa, por seu amor incondicional, por sua presença que me dá segurança, por sua força em todas as horas difíceis, por seus conselhos, pelos maravilhosos momentos que passamos juntos, e por todos aqueles que ainda virão. "Gtonzinho", sem você, o tempo teria só passado...

Às minhas irmãs Cristhiana e Denise que me acompanharam durante este período, me ajudaram nas minhas angústias, fomos felizes e tristes juntas desde o início de tudo. A primeira noite no Porão do Alemão, o primeiro aniversário em

Manaus, as idas ao Shopping (a loja Indiana, haja dinheiro!!!), o bolo de chocolate da Denise, o estrogonofe da Cris, tantas coisas que vivemos juntas. Elas me ajudaram a amadurecer e a ver a vida de uma outra maneira. Meninas amo vocês!

À minha mais nova irmã Nicole “Kidmanm” a sua presença forte, por não me deixar nunca ficar pra baixo e por me ajudar sempre, sempre que preciso te amo muito minha querida.

À minha amiga Laura Su por ter me acolhido em Manaus quando cheguei, por ter me cedido o seu quarto sem nem me conhecer e sem pedir nada em troca. Laura obrigada por ser esta pessoa maravilhosa que você é, e principalmente por fazer parte da minha vida.

Aos meus queridos amigos André Ghidini, Bruno Leão e Daniel Previattelli pelos momentos sempre muito divertidos que passamos juntos. Alegria, bom humor, boa vontade todas as vezes que se precisa. Pelos momentos de discussão em que eles me ensinavam sempre a ser objetiva e informativa e me davam opiniões sempre muito inteligentes e coerentes. Ghidini, meu “laptop” agradece! Bruno, provoloneta hummmm!!! Dani: Fabi cumprimentado: “Oi Dani, como vai? Dormiu bem? E aí como foi o café da manhã? Assistiu à novela ontem? Dani respondendo: “Oi”.

À amiga Maki por sempre me ajudar nas identificações e em tudo relacionado ao desenvolvimento do meu trabalho, grande amiga.

Ao meu amigo Pedro Caraballo, pela ajuda fundamental, em todas as etapas desta caminhada, pela sua amizade e por tudo que tem me ensinado, na vida acadêmica e na minha formação pessoal.

Aos avaliadores de minha aula de qualificação Edinaldo Nelson dos Santos Silva, Bárbara Ann Robertson e Bruce Rider Forsberg que foram de fundamental importância com suas colocações para que este trabalho fosse desenvolvido de forma mais coerente e promovendo, desta maneira, um aumento em sua contribuição para o meio científico.

Aos colegas da Turma – BADPI 2006 pelos momentos divertidos e de trocas de experiência, que passamos juntos nas disciplinas, nas festas, e em todos os momentos, até mesmo nos encontros nos corredores do CPBA.

Aos novos amigos conquistados na turma BADPI – 2007.

A todos os Pesquisadores do INPA que despenderam o seu tempo para nos ensinar um pouco sobre o que eles conhecem tão bem, Amazônia, nas disciplinas

oferecidas pelo BADPI. Em especial, ao pesquisador Carlos Edwar Freitas, pelas ajudas nas análises estatísticas e ao pesquisador Jansen Zuanon por sua ajuda em todos os momentos e ser responsável, mesmo sem saber, por muitas das decisões certas tomadas por mim nas escolhas de minhas análises e disposição dos dados na dissertação.

Ao amigo Rafael Arruda por sua ajuda indispensável no aprendizado e na escolha das análises multivariadas.

A todos os colegas do laboratório, pela presença durante todo o período de análise e contagem das amostras o que tornou este período mais agradável e divertido, fazendo com que o trabalho não se tornasse tão árduo e maçante.

Aos meus pais Elmo e Raimunda, que eu amo mais do que a mim mesma, que sempre me acompanharam, me educaram, e foram os principais e melhores exemplos para a minha vida, além de me apoiarem incondicionalmente em minhas decisões, inclusive na vinda para Manaus.

Aos amigos de Pará de Minas, em especial, Josélia, Amanda, Cristiane Resende, Tássia, Kênia, Zinha, Carla, Cristiane Flávia, Jordana, André Luiz, Hélio, Leandro, Dênis, Genesson, Marcelo, que sempre acreditaram em mim e com os quais eu passo momentos inesquecíveis quando volto para “casa”.

E a todos aqueles que de alguma maneira participaram direta ou indiretamente da confecção deste trabalho.



*“(...)A água é seiva do planeta, é o sangue da Terra, é o elemento que circula a vida, que contém o segredo da morte, que conhece transcendência. É uma substância que assume formas múltiplas, que de acordo com a necessidade e o movimento se reconfigura.*

*Talvez seja o único elemento que tem consciência plena dos segredos da flexibilidade e da mutação. A água, quando por si só não se transforma, gera condições que permitem que outros elementos, outras formas de vida, vivam a transmutação necessária à sua evolução(...)”*

Chang Ling

## SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA .....	iii
SINOPSE .....	iii
DEDICATÓRIA .....	iv
AGRADECIMENTOS .....	v
EPÍGRAFE .....	viii
SUMÁRIO .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xiii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Considerações gerais.....	1
1.2 Justificativa .....	5
1.3 Hipóteses.....	6
1.4 Objetivos .....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
2.1 Área de estudo .....	7
2.2 Amostragem.....	10
2.3 Variáveis físicas, químicas e físico-químicas .....	13
2.4 Variáveis Biológicas.....	14
2.4.1 Coleta e análise quantitativa do fitoplâncton .....	14
2.5 Análises de dados .....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
3.1 Fatores abióticos .....	19
3.2 Fatores bióticos .....	31
3.2.1 Comunidade Fitoplanctônica .....	31
3.2.1.1 Composição específica.....	31
3.2.1.2 Densidade populacional .....	33
3.2.2 Considerações sobre riqueza, diversidade e equitabilidade .....	51
3.2.3 Maior eixo linear (GALD) .....	57
3.2.4 Taxa de modificação da comunidade.....	58
4. CONCLUSÕES.....	60

**5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....62**  
**6. ANEXO.....70**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia do rio Negro. Fonte: Modificado de Goulding et al. (2003).....	9
Figura 2: Bacia do rio Solimões. Fonte: Modificado de Goulding et al. (2003).....	10
Figura 3: a) Encontro dos rios Negro e Solimões em detalhe; b) Lago Catalão, na cheia, e pontos de amostragem em detalhe. Fonte: Google Earth (mapa com escala) .....	11
Figura 4: Cota média mensal do rio Negro no Porto de Manaus. As setas indicam os períodos de amostragem em cada ano. Fonte: Medições fluviométricas do Porto de Manaus. ....	13
Figura 5: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais SECA/2006. PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade. ....	25
Figura 6: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais CHEIA/2007. PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade elétrica; P4S3D3: ponto quatro, semana três e profundidade três (esta codificação se aplica aos demais).....	27
Figura 7: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais SECA e CHEIA, PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade. ....	29
Figura 8: Contribuição percentual das classes taxonômicas para a riqueza total de espécies. Os códigos para as classes são Bacill – Bacillariophyceae; Chloro – Chlorophyceae; Chryso – Chrysophyceae; Cyano – Cyanobacteria; Crypto – Cryptophyceae; Dino: Dinophyceae; Eugle – Euglenophyceae; Raphi – Raphidophyceae; Xanto: Xantophyceae; Zygne – Zygnemaphyceae. ....	31
Figura 9: Riqueza de espécies total por classe taxonômica em cada período de amostragem. Os códigos para as classes são Bacill – Bacillariophyceae; Chloro – Chlorophyceae; Chryso – Chrysophyceae; Cyano – Cyanobacteria; Crypto – Cryptophyceae; Dino: Dinophyceae; Eugle – Euglenophyceae; Raphi – Raphidophyceae; Xanto: Xantophyceae; Zygne – Zygnemaphyceae. ....	32

Figura 10: Densidade fitoplanctônica (ind/ml * 10 <sup>4</sup> ) por profundidade amostrada na seca/2006 no lago Catalão.....	34
Figura 11: Densidade fitoplanctônica (ind/ml * 10 <sup>4</sup> ) por profundidade amostrada na cheia/2007 no lago Catalão.....	35
Figura 12: Densidade da comunidade fitoplanctônica (ind/ml*10 <sup>4</sup> ) no período de a) seca e de b) cheia. Os códigos são: P – ponto de amostragem; S – semana de amostragem. ....	38
Figura 13: Análise de correspondência canônica (ACC) aplicada sobre as variáveis ambientais e densidade das espécies fitoplanctônicas abundantes (seca/2006).....	42
Figura 14: Análise de correspondência canônica (ACC) aplicada sobre as variáveis ambientais e densidade das espécies fitoplanctônicas dominantes (cheia/2007).....	47
Figura 15: Análise de correspondência canônica (ACC) aplicada sobre as variáveis ambientais e densidade das espécies fitoplanctônicas dominantes para seca/2006 e cheia/2007.....	49
Figura 16: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais e atributos da comunidade (diversidade, riqueza, equitabilidade) na SECA. ....	53
Figura 17: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais e atributos da comunidade fitoplanctônica (diversidade, riqueza, equitabilidade) na CHEIA. ....	55
Figura 18: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais e atributos da comunidade fitoplanctônica (diversidade, riqueza, equitabilidade) na seca e cheia. ....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coordenadas geográficas e principais características dos quatro pontos estudados ao longo da região pelágica do lago Catalão .....	12
Tabela 2: Valores médios, mínimos, máximos, desvio padrão (D.V.), coeficiente de variação (C.V.) das variáveis físico-químicas da água do lago Catalão nos dois períodos estudados: PROF – profundidade; TRANS – transparência; OD – oxigênio dissolvido; COND – condutividade elétrica; TEMP – temperatura; NT – nitrogênio total; PT – fósforo total; D.P. – desvio padrão; C.V. – coeficiente de variação.....	20
Tabela 3: Valores das variáveis físico-químicas amostradas no lago Catalão. P – Ponto; S – Semana; D – Profundidade de amostragens; PROF – profundidade; TRANS – transparência ; OD – oxigênio dissolvido; COND – condutividade elétrica; TEMP – temperatura; NT – nitrogênio total; PT – fósforo total.....	21
Tabela 4: Correlação das variáveis limnológicas do lago Catalão com os dois primeiros componentes principais. COND: condutividade elétrica; OD: oxigênio dissolvido; TEMP: temperatura; PROF: profundidade; TRANSP: transparência; Zmix:Zeu: razão entre a zona de mistura e zona eufótica; NT: nitrogênio total; PT: fósforo total; NT:PT: razão entre o NT e PT. Coeficientes em negrito são importantes para a formação do componente.....	30
Tabela 5: Valores encontrados para a análise de regressão simples entre profundidade (prof.) e coeficientes de variação (C.V.) das variáveis físico-químicas. ....	30
Tabela 6: Resultado do teste U de Mann-Withney ( $p < 0,05$ ).....	39
Tabela 7: Dados estatísticos do teste de Monte Carlo correlações das matrizes de espécies x variáveis ambientais para seca/2006 – lago Catalão .....	40
Tabela 8: Sumário dos resultados estatísticos para os 2 primeiros eixos da ACC para as 25 espécies fitoplanctônicas mais abundantes no lago Catalão (seca/2006).....	40
Tabela 9: Coeficiente de correlação “intra-set” da matriz das variáveis ambientais x eixos .....	40
Tabela 10: Coeficiente de correlação da matriz das espécies x eixos .....	41
Tabela 11: Dados estatísticos do teste de Monte Carlo correlações espécies x variáveis ambientais para cheia/2007 – lago Catalão .....	44

Tabela 12: Sumario dos resultados estatísticos para os 2 primeiros eixos da ACC para as 17 espécies fitoplanctônicas mais abundantes no lago Catalão (cheia/2007). .....	44
Tabela 13: Coeficiente de correlação “intra-set” da matriz das variáveis ambientais x eixos.....	45
Tabela 14: Coeficiente de correlação da matriz das espécies x eixos .....	45
Tabela 15: Dados estatísticos do teste de Monte Carlo correlações espécies x variáveis ambientais para seca/2006 e cheia/2007 – lago Catalão.....	48
Tabela 16: Sumário dos resultados estatísticos para os 2 primeiros eixos da ACC para as 22 espécies mais abundantes no lago Catalão (seca/2006 e cheia/2007)...	49
Tabela 17: Coeficiente de correlação “intra-set” da matriz das variáveis ambientais x eixos.....	50
Tabela 18: Coeficiente de correlação da matriz das espécies x eixos .....	50
Tabela 19: Valores máximos, mínimos, médios, desvio padrão e coeficiente de variação para riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica para todo o período de estudo no lago Catalão. ....	51
Tabela 20: Teste U de Mann-Withney ( $p < 0,05$ ) .....	52
Tabela 21: Correlação das variáveis limnológicas do lago Catalão com os dois primeiros componentes principais.....	53

## RESUMO

Este trabalho analisou os atributos da comunidade fitoplanctônica (riqueza de espécies, diversidade, equitabilidade, densidade (ind/ml), estrutura de tamanho e taxa de modificação da comunidade associados a algumas características físico-químicas de um lago de inundação da Amazônia Central (lago Catalão) nos períodos de seca (2006) e cheia (2007) durante quatro semanas consecutivas em cada período, com amostragens em quatro pontos de coletas. O lago apresentou características limnológicas diferentes entre os períodos de seca e cheia. O fitoplâncton compreendeu 235 táxons, englobando, principalmente, algas nanoplanctônicas, especialmente, Chlorophyceae e Cyanobacteria. Em ambos os períodos o grupo funcional  $X_1$  foi a associação mais representativa em termos de densidade populacional. A análise de correspondência canônica (ACC) demonstrou a separação dos pontos na seca, definindo uma padrão espacial para este período tanto com relação as variáveis físicas e químicas quanto as biológicas. Por outro lado, na cheia as maiores diferenças foram registradas entre as semanas (flutuação temporal) no que se refere às variáveis citadas anteriormente. A ACC também separou seca de cheia no que se refere à composição fitoplanctônica e as características físico-químicas.



## **ABSTRACT**

This study analyzed the attributes of the phytoplankton community (species richness, diversity, equitability, density, size structure and rate of community compositional change), associated with some physical and chemical characteristics of a floodplain lake from Central Amazon, Brazil, (Lake Catalão) during the low water (2006) and high (2007) periods, through four consecutive weeks in each period. The lake presented different limnological characteristics between the periods of high and low water. The phytoplankton was composed of 235 taxa, mainly nanoplanktonic algae, especially Chlorophyceae and Cyanobacteria. In both periods the functional group  $X_1$  was the most prominent association regarding density of organisms. The canonical correspondence analysis (CCA) demonstrated a separation between sample points in the low water period, determining a spatial pattern for this period. In the other hand, in the high water period, the highest differences were registered between the weeks. The CCA demonstrated also, a separation between the high and low water periods when considering the phytoplanktonic composition and the physical and chemical parameters of Catalão lake.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações gerais

A bacia Amazônica é a maior e mais densa rede fluvial do mundo, drenando aproximadamente 6,4 milhões de km<sup>2</sup> do continente Sul Americano e contribuindo com 18 a 20% da descarga mundial das águas continentais nos oceanos, sendo o rio Amazonas o coletor final desse sistema de drenagem extremamente complexo, consistindo de inúmeros tributários de águas brancas, pretas e claras (Sioli, 1984). A enchente anual inunda uma imensa planície no médio e no baixo rio Amazonas por vários meses e essa planície alagada é chamada de várzea e ocupa cerca de 50 a 70 x 10<sup>3</sup> Km<sup>2</sup> (*Id., Ibid.*). Este gigantesco reservatório de água doce representa um grande patrimônio para o Brasil, apresentando elevada riqueza de ecossistemas o que favorece uma das maiores biodiversidades do planeta, a maior parte ainda desconhecida (Esteves, 2002).

Nessa região são encontrados inúmeros lagos influenciados pelo pulso de inundação, que segundo Junk *et al.* (1989) é uma das maiores forças controladoras da dinâmica dos ecossistemas aquáticos amazônicos. Essa mesma idéia foi proposta por Neiff (1990) sob o termo de “pulso de energia e matéria” por serem enchente e vazante etapas complementares do pulso, ambas com alta capacidade reguladora do macrossistema fluvial. Esse tipo de sistema caracteriza-se por apresentar um período que se estende desde a entrada das águas até o término do escoamento para o rio dos excedentes que ingressaram pela inundação – potamofase – e em um outro em que a planície não recebe energia dos trechos superiores da bacia – limnofase (*Id., Ibid.*).

Além do pulso de inundação, outra característica marcante nos ambientes aquáticos amazônicos refere-se à coloração das águas. Em função da coloração e das características físico-químicas os ecossistemas lacustres podem ser classificados de acordo com Sioli (1950) em: I) águas brancas caracterizadas pela elevada turbidez e riqueza em minerais e pH neutro; II) águas pretas caracterizadas pela escassez de minerais e sólidos suspensos, porém ricas em compostos orgânicos coloridos e ácidos; III) águas claras caracterizadas pela transparência mais elevada, com reduzido fluxo de material inorgânico dissolvido. Apresentam, também, composição química e fertilidade variável, assumindo condições intermediárias entre as águas pretas e brancas.

Variações sazonais, espaço-temporais e diárias de parâmetros limnológicos em lagos amazônicos podem apresentar grande amplitude e o conhecimento destas variações pode contribuir para o entendimento do padrão de mistura e estratificação nestes ambientes (Darwich *et al.*, 2005). A dinâmica destes processos é responsável pela distribuição de calor, nutrientes, íons e gases dissolvidos na coluna de água. Por isso, no estudo destas variáveis é importante considerar a fase do ciclo hidrológico, a hora do dia, o local e profundidade do lago, bem como as condições climáticas e a localização geográfica do ambiente (*Id.*, *Ibid.*).

Entre os organismos aquáticos chama atenção as algas, um grupo heterogêneo de organismos que estão distribuídos entre as Divisões Cyanobacteria, Protista e Vegetal (Van den Hoek & Jahns, 1995), que não possuem raízes, folhas e nem tecido vascular (*id. ibid.*) e que habitam diferentes compartimentos no ecossistema aquático, entre os quais se destaca a coluna d'água onde vivem livremente e recebem a denominação de fitoplâncton. Segundo Melack & Forsberg (2001), o fitoplâncton está entre os principais grupos de organismos fotossintéticos que contribuem para a produção primária em ecossistemas aquáticos amazônicos, o qual é responsável por 2% da produtividade primária total nos ambientes aquáticos de áreas alagáveis.

Além disso, a densidade das populações fitoplanctônicas tem influência direta nas populações naturais de peixes, pois de acordo com os trabalhos de Araújo-Lima *et al.* (1986), Forsberg, *et al.* (1993) e Leite, *et al.* (2002), as algas constituem a principal fonte de carbono e proteínas (51% do peso seco total) para os peixes, sendo essas proteínas altamente nutritivas e de fácil assimilação por estes animais. Os peixes, por sua vez, são considerados a principal fonte de proteínas para as populações humanas, em especial, na bacia amazônica (Shrimpton & Giugliano, 1979).

É importante considerar para o entendimento da dinâmica da comunidade fitoplanctônica, a composição de espécies, a distribuição dos indivíduos ao longo da coluna de água (distribuição vertical), sua distribuição horizontal, sua relação com os nutrientes dissolvidos, as taxas de produtividade primária, dentre outros. Além disso, o estudo da comunidade de algas, assim como dos demais grupos de organismos pode ser feito levando-se em consideração diversos atributos ecológicos, dentre eles pode-se citar densidade total, diversidade, riqueza e equitabilidade (Magurran, 1988).

Os atributos ecológicos citados, anteriormente, são fundamentais para estudos relacionados à ecologia de comunidades. Esta por sua vez é uma disciplina biológica que trata predominantemente da distribuição dos organismos e de suas interrelações uns com os outros e com o ambiente e com isso os ecologistas tentam mostrar como um sistema é organizado e como as funções são alocadas em uma seqüência de eventos denominados sucessão em casos mais gerais (Reynolds *et al.*, 2002).

O termo sucessão foi formalmente definido por Odum (1969), como sendo um processo de desenvolvimento do ecossistema, ordenadamente controlado pela comunidade que passa de uma colonização de habitats desocupados, atravessa estágios de transição e culmina em um ecossistema estabilizado em que um máximo de biomassa é sustentado por um fluxo de energia.

Em uma revisão da literatura sobre fitoplâncton, Margalef (1958) revelou que em geral o padrão de sucessão do fitoplâncton é iniciado por pequenas algas que conseguem crescer rapidamente em número; seguido por diatomáceas de tamanho médio; e culminando em aumento no número de espécies de organismos natantes com baixo potencial de incremento. A explicação das causas dessas seqüências tem sido dada tanto através do enfoque do equilíbrio, que prevê a competição entre as espécies fitoplanctônicas as quais podem coexistir limitadas por diferentes recursos (Tilman, 1982), como da abordagem do não-equilíbrio que prediz que a variabilidade ambiental permite a coexistência de espécies competindo pelos mesmos recursos (Richerson *et al.*, 1970). Contudo, um dos mais óbvios fatores que acarretam a seqüência de eventos em uma típica sucessão do fitoplâncton é a reposição e a depleção de nutrientes (Margalef, 1958). A sucessão começa quando o ambiente é capaz de suportar alto crescimento e progredirá em direção à exaustão de nutrientes (*Id.*, *Ibid.*).

Desde que Hutchinson (1967) apresentou a expressão “sucessão sazonal” para o fitoplâncton, diversos autores a vêm utilizando ao tratarem de variabilidade temporal. Esse conceito de sucessão foi aplicado por Reynolds (1988) adotando o termo “sucessão”, exclusivamente no sentido de Odum (1969), e os termos reversão e mudança para as modificações na comunidade associadas à eventos físicos externos.

Considerando o curto tempo de geração das algas planctônicas (1-10 dias) e a variabilidade dos fatores físicos, químicos e biológicos que interferem nos

processos de crescimento e perda do fitoplâncton, o conhecimento de suas mudanças sucessionais deveria ser acessado a partir de amostragens a intervalos de tempo próximos ao tempo de geração das algas, desta maneira amostragens semanais e quinzenais têm sido recomendadas (Huszar & Giani, 2004).

A distribuição temporal e espacial do fitoplâncton está relacionada aos padrões de mistura da coluna de água, à penetração de luz e à concentração de nutrientes. Ainda, de acordo com Garcia de Emiliani (1980), a influência lótica e a temperatura também atuam na distribuição e estrutura do fitoplâncton. Em altos níveis hidrométricos e baixas temperaturas, a autora encontrou em um lago na planície de inundação do rio Paraná, uma distribuição mais homogênea da comunidade, o número de espécies e a diversidade foram menores e a estrutura semelhante a do rio. Por outro lado, com baixos níveis hidrométricos e altas temperatura, a distribuição vertical encontrada foi heterogênea. Esta diferença na estrutura deve-se às mudanças na densidade da água devido à temperatura, que pode provocar a sedimentação das algas enquanto ventos fortes podem ressuspendê-las (Melo, 1996).

Considerando que, a comunidade fitoplanctônica é extremamente sensível a mudanças ambientais muitas espécies podem ser utilizadas para avaliar, monitorar e prever importantes mudanças globais como eutrofização, acidificação e alterações climáticas. Neste contexto, o fitoplâncton assume papel relevante nos estudos da dinâmica de ecossistemas aquáticos por ser considerado um dos indicadores mais sensíveis às mudanças de natureza físico-química na coluna de água (Carney, 1998).

Alguns dos estudos ecológicos sobre as algas planctônicas em lagos de planície de inundação da América do Sul têm sido realizados nas bacias dos rios Orinoco, Venezuela (Sanchez, 1992; Sanchez & Vasquez, 1989), na bacia do rio Paraná na Argentina e no Brasil (Train & Rodrigues, 1998; Garcia de Emiliani, 1980, 1981, 1997 e Garcia de Emiliani & Manavella, 1983). Em especial para a bacia amazônica destacam-se os trabalhos realizados em escala sazonal e/ou nictemeral em um lago de águas claras do estado do Pará (Huszar 1994; Huszar e Reynolds 1997; Melo e Huszar 2000; Melo *et al.*, 2004), em um lago de águas brancas no estado do Amazonas (Ibañez, 1998) e, mais recentemente, na bacia do rio Araguaia (Naubout *et al.*, 2006) e na planície de inundação da Amazônia Colombiana (Pinilla, 2006).

De modo geral, os estudos da comunidade fitoplanctônica em lagos de inundação têm apresentado uma marcada influência do pulso de inundação sobre a estrutura da comunidade. No lago Batata, por exemplo, Huszar & Reynolds (1997) registraram um padrão de sucessão sazonal no qual as espécies r-estrategistas estão presentes no período de maior influência da água do rio Trombetas, enquanto as k-estrategistas são características no período de menor influência do rio.

A vastidão e a diversidade dos sistemas límnicos amazônicos representam um grande desafio para os estudos nesta região, ainda pouco perturbada antropicamente, e de reconhecida importância estratégica para o desenvolvimento nacional (Melo *et al.*, 2004). Portanto, ampliar os conhecimentos sobre a dinâmica das algas, relacionando os resultados encontrados com os principais fatores limnológicos descritos no ambiente estudado é de fundamental importância para a criação de novas estratégias de conservação e uso sustentável deste ecossistema.

## **1.2 Justificativa**

Atualmente, o acelerado avanço das atividades antrópicas, bem como a influência direta no equilíbrio ecológico dos ambientes vêm acarretando uma devastação desordenada da biodiversidade. Desta forma, a realização de pesquisas que busquem analisar e desvendar a dinâmica, a abundância biológica e a ecologia dos ecossistemas amazônicos, além dos fatores que influenciam em seu funcionamento, torna-se fundamental para futuros programas de uso, manejo e conservação destes ecossistemas e de seus recursos.

Dentre os principais ambientes que vêm sofrendo agressões antrópicas, destacam-se os ecossistemas aquáticos que em diversas regiões do Brasil, inclusive na região norte, estão passando por acelerados processos de eutrofização (Esteves, 1998). Tais ecossistemas apresentam elevados índices de perda de diversidade e desequilíbrio ecológico, devido ao aumento de nutrientes e florações de algas. O grande aumento das populações fitoplanctônicas na superfície da água diminui a penetração de luz, tendo como consequência, a formação de zonas anóxicas e o aumento da mortalidade de animais aquáticos, como peixes, macroinvertebrados bentônicos, dentre outros (*Id.*, *Ibid*).

Um outro fator importante é o papel primordial que os produtores autotróficos desempenham no fluxo energético dos ambientes aquáticos, bem como no equilíbrio

do ecossistema, torna-se fundamental o estudo dos mesmos por serem eles, na maioria dos casos, a base da cadeia trófica. Dentre os principais grupos que contribuem para a produção primária em ecossistemas amazônicos pode-se citar a comunidade fitoplanctônica, sem a qual o equilíbrio do ecossistema ficaria comprometido sendo, portanto, crucial o estudo da dinâmica dessa comunidade.

Além disso, a densidade da comunidade fitoplanctônica tem influência nas populações naturais de peixes, os peixes, por sua vez, são considerados a principal fonte de proteínas para as populações humanas em especial na bacia amazônica.

Dessa forma, considerando que a área de estudo deste trabalho caracteriza-se como fonte de peixes para diversas famílias que vivem ao longo do próprio lago, conhecer a dinâmica deste ecossistema oferecerá subsídios para pesquisas que contribuirão para manutenção do equilíbrio deste ambiente, bem como, para utilização dos recursos pesqueiros pelos moradores locais.

### **1.3 Hipóteses**

Com base na literatura e no conhecimento prévio sobre os ecossistemas estudados elaboram-se as seguintes hipóteses para este estudo. São esperadas:

1. O rio Negro e Solimões exercem diferentes influências sobre a distribuição espacial e temporal das variáveis físicas e químicas no lago Catalão nos diferentes períodos do ciclo hidrológico.
2. As variações sazonais e espaciais promovidas pelo pulso de inundação e suas influências nas características físicas e químicas do ambiente provocam mudanças na estrutura e composição da comunidade fitoplanctônica.
3. O curto tempo de geração das algas conduz a diferenças na estrutura e composição da comunidade em escala semanal.
4. Domínio de nanoplâncton em ambos os períodos, por ser este grupo típico de ambientes lênticos;

## **1.4 Objetivos**

### *Geral*

Analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica semanalmente (quatro semanas consecutivas) em diferentes pontos e profundidades de coleta em um lago de inundação amazônico em dois períodos distintos do pulso de inundação.

### *Específicos*

- Analisar as variáveis físicas e químicas da água no lago Catalão em dois períodos climáticos nos pontos e profundidades determinados;
- Analisar a variação temporal (semanal e sazonal) e espacial da composição da comunidade fitoplanctônica entre os dois períodos climáticos;
- Relacionar as características físico-químicas da água com a estrutura e composição da comunidade fitoplanctônica encontrada;
- Avaliar comparativamente a mudança da comunidade fitoplanctônica em função das escala espacial e temporal.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

#### *Caracterização Geral:*

A área de estudo está localizada na planície de inundação da Amazônia Central, próximo à cidade de Manaus – AM, sendo submetida a inundação periódica. Apresenta topografia uniforme e plana resultante de acumulação fluvial, com altitudes que raramente excedem 100 m acima do nível do mar (Junk & Furch, 1980).

Não existem estudos que abordem a dinâmica da comunidade fitoplanctônica e as suas relações com as características físicas e químicas no lago Catalão, sendo este estudo pioneiro.

A precipitação pluviométrica média anual é elevada, em torno de 2.500 mm, e a densidade pluviométrica varia a cada seis meses, caracterizando a ocorrência de apenas dois períodos mais acentuados ao longo do ano: chuvoso (inverno) e seco (verão). O período de maior precipitação compreende os meses de fevereiro a abril,



enquanto que os períodos mais secos correspondem aos meses de julho a setembro (Brito, 2006).

A temperatura média do ar apresenta pequena amplitude térmica, oscilando entre 25°C e 26°C durante o ano. A evaporação e a insolação apresentam grande variabilidade sazonal, sendo mais intensas nos meses mais secos (evaporação > 70 mm; insolação > 180 horas de radiação solar direta). A umidade relativa apresenta-se bastante elevada e sempre superior a 80% (*Id., Ibid.*).

Geologicamente, a região está inserida nos domínios da província de depósitos Cenozóicos, constituída por sedimentos quaternários representados por aluviões de origem recente (Holocênicas). Esta área continua sendo modificada pela atividade do rio, por meio de processos de erosão e sedimentação (Junk & Furch, 1980).

#### *Rios que influenciam a área de estudo:*

- Rio Negro (figura 1)

Sua bacia cobre 700.000Km<sup>2</sup> e o rio possui 3700Km<sup>2</sup> de extensão. (Goulding *et al.*, 2003), sendo que 90% da área de sua bacia estão localizados no Brasil, 9% na Colômbia e 1% na Guiana Francesa (*Id., Ibid.*).

O rio Negro é um típico representante das águas pretas amazônicas (Sioli, 1984). Possui coloração marrom-avermelhada, originada das altas quantidades de substâncias húmicas dissolvidas (Furch & Junk, 1997). As águas do rio originam-se nos campos pré-cambrianos na região norte da bacia Amazônica e, por isto, possuem baixa quantidade de nutrientes e de íons o que as confere uma baixa condutividade elétrica (9 – 10  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e baixo pH (4,8 – 5,1) (*Id., Ibid.*).

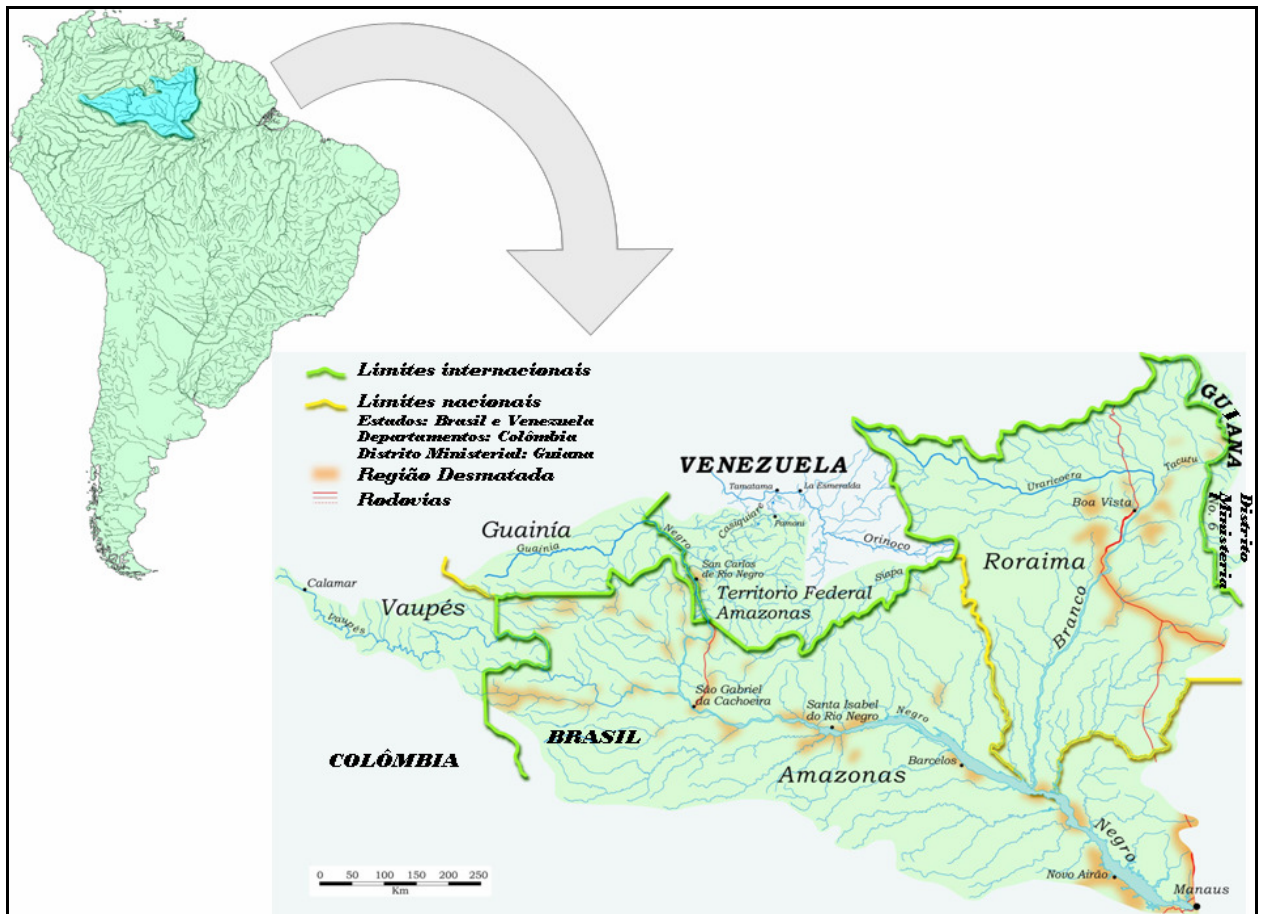


Figura 1: Bacia do rio Negro. Fonte: Modificado de Goulding et al. (2003)

- Rio Solimões – Amazonas (figura 2)

O rio Amazonas nasce nos terrenos Andinos (terrenos jovens com grande quantidade de sedimentos passíveis de serem lixiviados) no Peru, passa por três estados brasileiros, correndo de oeste para leste (nordeste) e deságua no oceano Atlântico, sendo 80% de sua bacia pertencente ao Brasil, 18% ao Peru e 2% à Colômbia (Goulding *et al.*, 2003). Ao entrar no território brasileiro recebe o nome de rio Solimões e próximo à cidade de Manaus, após a sua confluência com o rio Negro, recebe, novamente, o nome de rio Amazonas (*Id., Ibid.*).

O rio Solimões – Amazonas é um clássico representante dos rios de águas brancas (Sioli, 1984). Possui coloração barrenta, é bastante turbido, devido à alta quantidade de sólidos suspensos (acima de 100 mg/l próximo a Manaus) (Furch & Junk, 1997). As águas do rio Solimões são, relativamente, ricas em nutrientes e também em íons, o que as confere uma condutividade elétrica variando entre 64 e 75  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , com pH próximo do neutro (6,7 – 6,9).

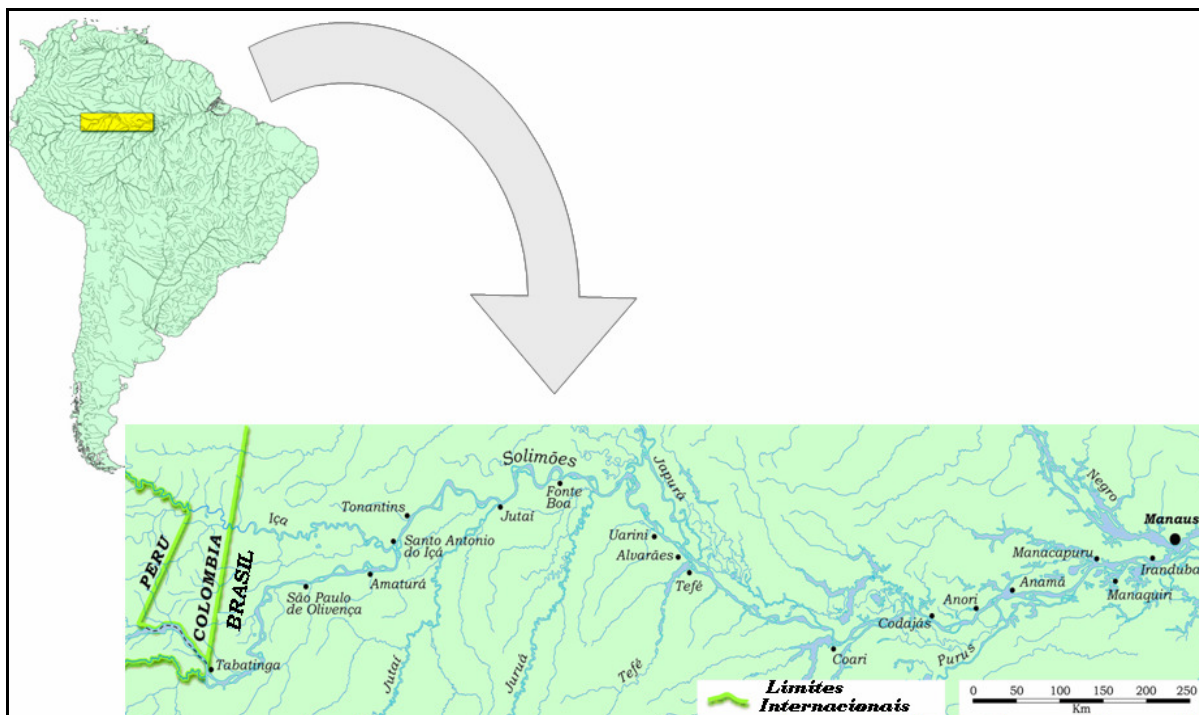


Figura 2: Bacia do rio Solimões. Fonte: Modificado de Goulding et al. (2003)

- *Área de estudo propriamente dita (lago Catalão)*

O lago Catalão (figura 3) situa-se na várzea do rio Solimões próximo de sua confluência com o rio Negro ( $3^{\circ}10'04''S$  e  $59^{\circ}54'45''W$ ) (Vale, 2003). O lago possui uma amplitude de variação na sua profundidade de aproximadamente 7m, com profundidade média de 10m. Com relação, as características físico-químicas da coluna de água: a transparência da água apresenta-se entre 1,6m (seca) e 2,6m (enchente), temperatura da água entre  $28,3$  e  $32,3^{\circ}C$ , oxigênio dissolvido médio  $2,06$  mg/l, valores de condutividade elétrica entre  $13,7$  e  $219,0$   $\mu S.cm^{-1}$  e pH entre  $5,8$  (enchente) e  $7,47$  (seca) (Brito, 2006).

A localização do lago Catalão permite a entrada de água e solutos do rio Solimões e do rio Negro, condicionado ao pulso de inundação. Assim, pode-se esperar que o balanço hidrológico do lago Catalão seja grandemente influenciado pelas magnitudes relativas dos influxos dos rios Solimões e Negro, podendo ser descrito como uma mistura variável dessas duas fontes quimicamente distintas.

## **2.2 Amostragem**

As coletas foram realizadas em quatro diferentes estações de amostragem ao longo da zona limnética do lago (figura 3) em três diferentes profundidades: 1) superfície; 2) meio; 3) fundo; com auxílio de garrafa tipo van Dorn de 2,5 l. A escolha dos pontos foi fundamentada em dois fatores principais: 1) que estes fossem

permanentes, podendo ser amostrados tanto na cheia quanto na seca; 2) que abrangessem a maior área possível ao longo do lago. A distância média entre os pontos foi de 150 m. A tabela 1 apresenta as coordenadas de cada ponto de coleta ao longo do lago e suas respectivas características.



Figura 3: a) Encontro dos rios Negro e Solimões em detalhe; b) Lago Catalão, na cheia, e pontos de amostragem em detalhe. Fonte: Google Earth

Tabela 1: Coordenadas geográficas e principais características dos quatro pontos estudados ao longo da região pelágica do lago Catalão

Ponto	Localização		Características Principais
	Latitude	Longitude	
CAT 1	3° 9' 41.20"	59° 54' 54.20"	localiza-se mais ao norte do lago próximo ao canal de conexão do lago com o rio Negro;
CAT 2	3° 9' 45.68"	59° 54' 35.78"	Localiza-se mais à leste no lago, localiza-se próximo à várzea por onde ocorre uma das entradas do rio Solimões;
CAT 3	3° 10' 06.85"	59° 55' 01.71"	localizado na região rasa do lago, margeada pela floresta de várzea , em uma área mais isolada do lago;
CAT 4	3° 9' 59.30"	59° 54' 37.80"	localiza-se na região centro-leste do lago, é a região mais profunda do mesmo.

A variação do nível de água do rio Negro é determinada fundamentalmente pelo regime hidrológico do rio Solimões e, em menor extensão, pelo próprio rio Negro (Schmidt, 1973). Portanto, o índice fluviométrico do rio Negro é um reflexo do nível de água do Amazonas, sendo, por isso, utilizado como ponto de referência para esse estudo.

Desta forma, considerando a profundidade relatada para o rio Negro no Porto de Manaus nas duas épocas de amostragem e segundo Bittencourt & Amadio (2007), as coletas foram realizadas no período de seca (outubro-novembro/2006) em que o rio Negro possuiu cota inferior a 20 m e durante o período de cheia (abril-maio/2007) em que o rio Negro possuiu cota igual ou superior a 26 m (figura 4). As amostragens foram realizadas durante quatro semanas consecutivas durante a seca, período em que o lago se apresentava isolado e durante quatro semanas consecutivas no período de cheia, época em que o lago recebia influência dos rios adjacentes.

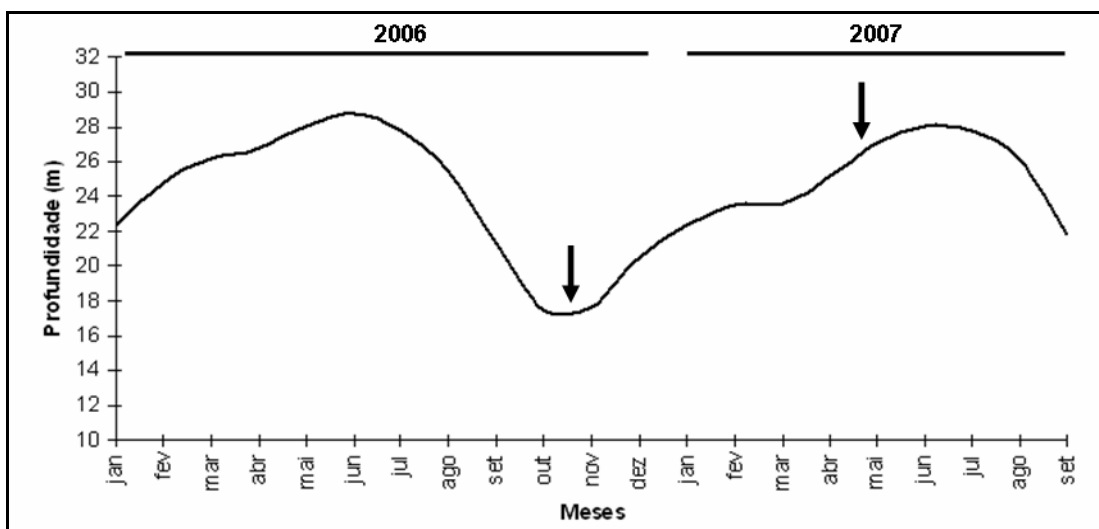


Figura 4: Cota média mensal do rio Negro no Porto de Manaus. As setas indicam os períodos de amostragem em cada ano. Fonte: Medições fluviométricas do Porto de Manaus.

### ***2.3 Variáveis físicas, químicas e físico-químicas***

As variáveis físicas, químicas e físico-químicas analisadas neste estudo foram as seguintes:

#### **a) Transparência da água**

A transparência (TRANS) foi determinada utilizando-se de um disco de Secchi branco e preto de 30 cm de diâmetro, tomando-se como ponto de leitura a profundidade do desaparecimento visual do disco quando introduzido horizontalmente na coluna de água.

#### **b) Zona de mistura e Zona eufótica**

Foram calculadas como proposto por Naselli-Flores (2000). Através dos valores calculados foi determinada a razão entre a Zona de Mistura e Zona eufótica ( $Z_{mix}:Z_{eu}$ ).

#### **c) Temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica**

A distribuição vertical da temperatura (TEMP) ( $^{\circ}\text{C}$ ) e condutividade (COND) ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) foi analisada com equipamento marca YSI modelo 63 e o oxigênio dissolvido (OD) ( $\text{mg/l}$ ) através do equipamento marca YSI modelo 55.

#### d) Nutrientes inorgânicos

Amostras de 500 ml de água foram retiradas em cada ponto e profundidade e foram armazenadas em frascos de polietileno e imediatamente acondicionadas em caixas de isopor com gelo para a preservação da amostra. Posteriormente, estas amostras foram conduzidas ao Laboratório Clima e Recursos Hídricos onde foram realizadas as análises de nutrientes selecionados para este estudo, nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) somente para a cheia. Os teores destes nutrientes (NT e PT) foram calculados segundo as técnicas descritas em Golterman *et al.* (1978).

Com o intuito de mitigar a lacuna deixada pelos dados de nitrogênio e fósforo totais referentes à seca, que não puderam ser analisados. Foi solicitado ao pesquisador Doutor Assad Darwich, do Laboratório de Química da Água do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, o qual ele é o responsável, cedesse os dados de nitrogênio e fósforo totais analisados por este laboratório e coletados pelo Projeto Monitoramento Ecoambiental do Gasoduto Coari-Manaus na Amazônia (MEGA) no lago Catalão na mesma época em que foram coletados os dados deste trabalho.

O delineamento amostral do projeto difere deste estudo, sendo que a coleta é realizada em um único ponto do lago, caracterizado como ponto CAT 4 neste trabalho. No entanto, estes dados foram bastante úteis para análise geral desses nutrientes durante o período de seca.

## **2.4 Variáveis Biológicas**

### **2.4.1 Coleta e análise quantitativa do fitoplâncton**

As amostras para análise quantitativa foram coletadas como mencionado na seção 2.2 e 100ml da amostra foram reservados em frascos de vidro e fixados com lugol acético 1%. A partir das amostras foram determinados os seguintes atributos da comunidade:

#### a) Densidade populacional total (ind./ml)

Foi estimada através da quantificação dos indivíduos em microscópio óptico invertido pelo método de Utermöhl (1958), utilizando câmaras de sedimentação de tamanhos variados – volumes entre 5 e 25 ml, dependendo da concentração de

algas e de material em suspensão. Em cada amostra, unidades (células, colônias e filamentos) foram quantificadas de acordo com o método de campos aleatórios (Uhelinger, 1964) e estabelecido um número constante de campos a serem contados (30) que foi baseado no padrão das amostras adquirido a partir de construções de gráficos de modo a averiguar a estabilidade de novas espécies (método da área mínima).

Quando não se alcançavam 100 indivíduos da espécie mais freqüente de tal forma que o erro fosse inferior a 20% ( $p < 0,05$ ; Lund *et al.*, 1958), com a contagem de 30 campos, esta continuava até se atingir 100 indivíduos da espécie dominante. É importante ressaltar que em menos de 20% das amostras foi necessário contar mais que 30 campos, para se atingir 100 indivíduos de espécies dominantes, bem como, a estabilização das curvas dos gráficos de riqueza de espécies. O cálculo da densidade fitoplanctônica (ind/ml) foi efetuado conforme descrito a seguir:

$$\text{Ind/ml} = F/N_{\text{ind.}}$$

$$F = 1 * \text{ml contado}$$

$$\text{ml contado} = \frac{n^{\circ} \text{ de campos contados} * \text{hcam} * \text{sb}}{10^9}$$

$N_{\text{ind.}}$  = número de indivíduos contados

hcam = altura de câmara de sedimentação (mm)

Sb = superfície do campo do microscópio ( $\mu\text{m}^2$ )

#### b) Riqueza específica

Foi considerado o número de táxons encontrado em cada amostra. O sistema de classificação adotado para as classes taxonômicas foi o de Van Den Hoek *et al.* (1993).

#### c) Diversidade específica (H')

Foi estimada pelo Índice de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1963) a partir dos dados de densidade e expressa em bits/ind, segundo a expressão:

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

Onde:

$$P_i = N_i/N$$

$N_i$  = número total de indivíduos de cada espécie



N = número total de indivíduos na amostra

d) Equitabilidade ( $J_s$ )

Expressa em percentual e avaliada pela expressão (Pielou, 1966):

$$J_s = 100(H'/\ln N)$$

Onde:

$H'$  = índice de diversidade de uma amostra

N = nº total de indivíduos na amostra

e) Dimensão do maior eixo linear (GALD)

As classes de tamanho da comunidade fitoplanctônica encontradas neste estudo foram definidas segundo Silva (1995):

- Classe I: 2 – 10  $\mu\text{m}$
- Classe II: 10 – 20  $\mu\text{m}$
- Classe III: 20 – 50  $\mu\text{m}$
- Classe IV: 50 – 200  $\mu\text{m}$

Para facilitar a comparação com demais trabalhos, as classes I e II foram classificadas como nanoplâncton e as classes III e IV como microplâncton, de acordo com Sieburth *et al.* (1978).

f) Taxa de modificação da comunidade

Foi estimada a partir das amostras semanais dentro de cada período amostrado, pelo índice da Diferenças Somadas (SD), de acordo com Lewis (1978), pelo método da soma de diferenças:

$$\sigma = \sum i \{ [b_i(t_1)/ B(t_1)] - [b_i(t_2)/ B(t_2)] \} / (t_2 - t_1)$$

Onde  $b_i(t_1)$  é a abundância da  $i$ ésima espécie no tempo 1,  $B(t_1)$  é o total de indivíduos na amostra, em questão, no tempo 1,  $b_i(t_2)$  é a abundância da  $i$ ésima espécie no tempo 2 e  $B(t_2)$  é o total de indivíduos na amostra, em questão, no tempo 2.

## **2.5 Análises de dados**

a) Variáveis físico-químicas

As variáveis físico-químicas foram sintetizadas através de uma análise de componentes principais (ACP). Todos os dados para todas as variáveis foram previamente logaritimizados  $[\log(n+1)]$ . A ACP foi baseada na matriz de correlação e realizada no programa Pc-ORD (McCune & Mefford, 1997).

Foram realizadas regressões simples (Zar, 1974) utilizando os coeficientes de variação espacial (entre os pontos amostrados) das seguintes variáveis físico-químicas: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura e transparência da água; calculados para cada semana de amostragem, em ambos os períodos sazonais versus a profundidade média do lago no momento da amostragem, para se testar a hipótese da homogeneização dos ecossistemas aquáticos em função da inundação, proposta por Thomaz *et al.* (2007). Perfazendo a seguinte equação:

$$Y = a + bx$$

Onde:

Y= coeficiente de variação espacial das variáveis físicas e químicas;

X= profundidade média do lago no momento da amostragem;

a= intercepto;

b= coeficiente da regressão.

#### b) Variáveis Biológicas

- *Comunidade Fitoplanctônica*

Todos os dados foram, previamente, logaritimizados  $[\log(n+1)]$ . Um teste não paramétrico (Mann-Whitney – test U) em nível de significância de 0,05 foi utilizado para se identificar a existência de diferença significativa entre seca e cheia no que se refere à densidade.

A relação entre os dados abióticos e a densidade fitoplanctônica foi estimada através de análise de correspondência canônica (ACC), que foi aplicada para os dados de seca e cheia separadamente, e posteriormente, juntos. Os dados bióticos utilizados na ACC foram compostos pelas espécies que representaram pelo menos 0,4% da densidade total em cada um dos períodos amostrados. A ACC é uma técnica de ordenação que seleciona as combinações das variáveis ambientais que maximizam a dispersão das espécies (Jongman *et al.*, 1995). A hipótese nula de

existência de correlação significativa entre as matrizes (biótica e abiótica) foi testada através do procedimento de Monte Carlo.

As linhas das variáveis ambientais foram alocadas randomicamente e a ACC foi calculada. Para a realização da ACC foram utilizadas 1000 randomizações, resultados de linhas e colunas padronizadas por Centralização e Normalização e os resultados para o gráfico foram derivados das espécies, pois, segundo Oksanen *et al.* (2007), este método é mais robusto aos ruídos existentes na amostragem. A escala usada para a confecção dos gráficos foi a de resultados originais, para evitar a distorção da relação entre a distância de ordenação e a similaridade das amostras o que resulta em um “ $r^2$ ” menor. Todas as análises foram realizadas no programa Pc-ORD (McCune & Mefford, 1997).

- *Considerações sobre riqueza, diversidade e equitabilidade*

Todos os dados foram, previamente, logaritimizadas [ $\log(n+1)$ ]. Um teste não paramétrico (Mann-Whitney – teste U), em nível de significância de 0,05, foi utilizado para se identificar a existência de diferença significativa entre seca e cheia no que se refere à riqueza, diversidade e equitabilidade.

Com na finalidade de relacionar as variáveis físico-químicas e os atributos da comunidade (diversidade, riqueza e equitabilidade) foi utilizada ACP. Todos os dados para todas as variáveis foram previamente logaritimizadas [ $\log(n+1)$ ]. A ACP foi baseada na matriz de correlação e realizada no programa Pc-ORD (McCune & Mefford, 1997).

- *Maior eixo linear (GALD) e taxa de modificação da comunidade*

Para a visualização do comportamento das classes de tamanho relatadas durante os períodos amostrados foram realizadas análises descritivas e confecção de gráfico. Os dados de razão de mudança da comunidade foram, previamente, logaritimizadas [ $\log(n+1)$ ]. Após a observação de que os dados atendiam as premissas para a utilização de uma análise paramétrica, foi aplicado um teste T para identificar a existência de diferença significativa entre os períodos amostrados (seca e cheia) com relação a variável citada acima .

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### ***3.1 Fatores abióticos***

A profundidade (PROF) dos pontos de coleta variou de 0,8 m no ponto 3 a 6 m no ponto 4, no período de seca, e de 6 m no ponto 2 a 14 m no ponto 4, no período de cheia (tabela 2 e 3), seguindo os valores de flutuação do nível hidrométrico do rio Negro (figura 4).

Durante o período de estudo a temperatura (TEMP) variou na seca entre 28,8 °C (ponto 3) e 33,8 °C (ponto 4) e na cheia variou entre 27,8 °C (ponto 1) e 31,8 °C (ponto 4) (tabela 3). Os valores de temperatura da água no lago Catalão apresentaram-se superiores aos dos lagos Verde e Cemitério na bacia Amazônica, inferiores aos valores relatados para o lago Faustino, também na bacia Amazônica (Peña, 1989), assemelharam-se aos encontrados no lago Camaleão na bacia Amazônica (Ibañez, 1997).

Tabela 2: Valores médios, mínimos, máximos, desvio padrão (D.V.), coeficiente de variação (C.V.) das variáveis físico-químicas da água do lago Catalão nos dois períodos estudados: PROF – profundidade; TRANS – transparência; OD – oxigênio dissolvido; COND – condutividade elétrica; TEMP – temperatura; NT – nitrogênio total; PT – fósforo total; D.P. – desvio padrão; C.V. – coeficiente de variação.

Variáveis	SECA					CHEIA				
	Média	Mínimo	Máximo	D.P.	C.V.	Média	Mínimo	Máximo	D.P.	C.V.
OD (mg/l)	2,84	0,17	4,96	1,22	0,43	1,94	0,30	7,30	1,68	0,87
COND ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	232,62	177,00	420,50	75,91	0,33	54,86	28,00	88,00	17,22	0,31
TEMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	30,94	28,80	33,80	1,45	0,05	29,40	27,80	31,80	0,99	0,03
PROF (m)	2,00	0,80	6,00	1,75	0,87	10,34	6,00	14,00	2,16	0,21
TRANS (m)	0,31	0,10	0,60	0,14	0,45	0,75	0,35	1,20	0,24	0,32
Zmix/Zeu	1,77	0,83	2,66	0,61	0,34	1,01	0,64	1,91	0,34	0,34
NT (mg/l)	--	--	--	--	--	0,42	0,13	1,84	0,32	0,78
PT (mg/l)	--	--	--	--	--	0,27	0,15	0,57	0,13	0,47
NT:PT (razão das massa)	--	--	--	--	--	1,63	0,56	4,53	1,05	0,65

-- dados ausentes.

Tabela 3: Valores das variáveis físico-químicas amostradas no lago Catalão. P –Ponto; S – Semana; D – Profundidade de amostragens; PROF – profundidade; TRANS – transparência ; OD – oxigênio dissolvido; COND – condutividade elétrica; TEMP – temperatura; NT – nitrogênio total; PT – fósforo total

Pontos/semanas	PROF. (m)	TRANS. (m)	OD (mg/l)			COND ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )			TEMP ( $^{\circ}\text{C}$ )			NT (mg/l)			PT (mg/l)		
			D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
P1S1*	1	0,2	4,20	2,54	2,60	193	199	204	32,9	32,3	32,6	--	--	--	--	--	--
P1S2*	2	0,25	2,87	2,64	3,10	178	179	177	30,7	30,6	30,1	--	--	--	--	--	--
P1S3*	1,4	0,25	4,01	3,31	3,35	184	187	187	31,1	30,8	30,6	--	--	--	--	--	--
P1S4*	1,1	0,3	4,96	4,76	4,35	182	182	181	29,7	29,5	29,2	--	--	--	--	--	--
P2S1*	1	0,4	3,50	3,46	3,23	205	206	207	33,3	33,2	32,8	--	--	--	--	--	--
P2S2*	1,2	0,4	1,70	1,58	1,56	183	183	183	31,3	31,4	31,4	--	--	--	--	--	--
P2S3*	1,2	0,4	2,88	2,71	2,55	194	194	194	31,5	31,5	31,3	--	--	--	--	--	--
P2S4*	1,5	0,3	3,45	3,10	2,86	194	194	193	29,9	29,8	29,7	--	--	--	--	--	--
P3S1*	1	0,2	4,60	1,25	1,00	421	417	416	33,3	32,1	31,7	--	--	--	--	--	--
P3S2*	0,9	0,15	2,89	2,57	2,44	362	361	361	29,4	29,4	29,4	--	--	--	--	--	--
P3S3*	0,9	0,15	3,65	2,44	2,41	359	355	354	30,9	30,1	30,0	--	--	--	--	--	--
P3S4*	0,8	0,1	3,45	3,49	3,80	294	286	284	29,9	28,8	28,8	--	--	--	--	--	--
P4S1*	1,5	0,6	4,83	4,83	4,93	206	206	206	33,8	33,7	33,7	--	--	--	--	--	--
P4S2*	6	0,4	1,27	1,10	0,17	185	184	180	31,3	31,3	29,2	0,435	--	0,828	0,035	--	0,189
P4S3*	4,5	0,5	2,84	2,14	1,84	195	194	194	31,6	31,4	30,6	--	--	--	--	--	--
P4S4*	6	0,5	2,42	0,48	0,42	194	193	197	29,7	29,1	28,9	--	--	--	--	--	--
P1S1**	10	0,9	4,02	0,83	0,46	31	31	43	30,4	29,1	28,5	0,138	0,148	0,158	0,163	0,176	0,189
P1S2**	10	0,7	2,34	0,80	0,60	51	49	65	30,2	29,4	28,6	0,350	0,365	0,380	0,159	0,189	0,219
P1S3**	8	0,5	2,65	2,03	1,70	80	59	66	29,8	29,5	30,1	1,050	0,700	0,350	0,297	0,24	0,183
P1S4**	11	0,45	3,00	2,60	1,78	73	74	88	28,8	28,5	27,8	0,320	0,630	0,940	0,375	0,4	0,425
P2S1**	12	1	6,70	0,92	0,46	37	31	41	30,9	28,7	28,6	0,154	0,174	0,193	0,31	0,257	0,204
P2S2**	6	1,2	2,56	2,10	0,90	41	45	46	29,8	29	28,7	0,920	0,635	0,350	0,213	0,203	0,193
P2S3**	11	0,7	3,80	1,60	2,30	52	63	56	30,9	29,3	30,9	0,300	0,645	0,990	0,189	0,251	0,313
P2S4**	10,5	0,35	2,90	1,90	1,80	77	76	79	28,6	28,7	28,5	0,380	0,340	0,300	0,375	0,413	0,45
P3S1**	8	0,9	7,30	0,68	0,30	28	36	38	32	29,1	28,9	0,128	0,173	0,218	0,161	0,189	0,217
P3S2**	10	0,8	2,90	1,10	0,90	39	39	47	30,5	29,5	29,2	0,310	0,360	0,410	0,154	0,178	0,202
P3S3**	8	1,05	4,00	0,90	0,50	46	51	53	31,6	29,6	29,5	0,310	0,320	0,330	0,18	0,193	0,206
P3S4**	9	0,55	1,07	0,68	0,37	68	76	83	28,8	28,6	28,2	0,300	0,300	0,300	0,57	0,54	0,51
P4S1**	12	1	6,06	0,53	0,46	30	32	37	31,1	28,8	28,8	0,151	0,153	0,155	0,167	0,173	0,178
P4S2**	12	0,6	3,20	1,19	0,70	53	49	57	30,1	29,3	28,9	0,300	0,315	0,330	0,165	0,166	0,167
P4S3**	14	0,75	5,10	0,70	0,40	48	77	70	31,8	29	28,8	0,310	1,075	1,840	0,152	0,208	0,263
P4S4**	14	0,55	1,60	1,20	0,86	70	74	79	28,9	28,7	28,6	0,300	0,340	0,380	0,57	0,51	0,45

\* amostragens de seca; \*\*amostragens de cheia; -- dados ausentes

Em escala regional, a temperatura da água é influenciada pela latitude e altitude (Esteves, 1998), no entanto, localmente, numerosos fatores podem influenciar a temperatura da água, tais como sombreamento, profundidade e condições hidrológicas. Esta variável ambiental é de grande importância na estruturação de comunidades aquáticas (Nabout, 2006) através de influência direta sobre os eventos de mistura.

Os valores de condutividade elétrica (COND) registrados no lago Catalão para seca variaram  $177 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (ponto 1) a  $421 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (ponto 3) na cheia esta variação foi de  $28 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (ponto 3) a  $88 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (ponto 1). A amplitude de variação da condutividade elétrica foi maior tanto em escala temporal (semanal e sazonalmente), como, espacial (horizontal), com menor variação na escala vertical (tabela 3).

Os valores de condutividade no lago Catalão foram semelhantes aos encontrados no mesmo lago em estudos realizados por Brito (2006), e superiores aos encontrado na Bacia do alto rio Paraná ( $16\text{-}55\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ; Thomaz *et al.*, 1997) e inferiores aos valores relatados por Rodrigues (1994) no lago Camaleão na bacia Amazônica ( $57\text{-}868 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Temporalmente, os valores de condutividade elétrica no lago Catalão foram menores no período de cheia, corroborando com trabalhos que citam o mesmo comportamento sazonal da condutividade elétrica em lagos de inundação (Carvalho *et al.*, 2001, Rodrigues, 1994), sendo que este comportamento sofre influência de diversos fatores, como pulso de inundação e chuvas.

Em média, as concentrações de oxigênio dissolvido (OD) encontrados no lago Catalão apresentaram pequena variação entre os períodos amostrais, sendo o maior valor médio registrado no período de seca (tabela 2). De modo geral, todos os pontos apresentaram valores relativamente baixos de oxigênio dissolvido quando comparados aos valores de oxigênio obtidos em outros lagos (Huszar, 1994; Nabout, 2006). Na seca, variou  $0,17 \text{ mg/l}$  (ponto 3) a  $4,9 \text{ mg/l}$  (ponto 1 e 4) e na cheia de  $0,3\text{mg/l}$  (ponto – 3) e  $7,3 \text{ mg/l}$  (ponto 3) (tabela 3). Na seca os maiores valores foram relatados, principalmente, para o ponto 4, a oeste do lago. Na cheia, quando se analisa a variação entre as semanas, constata-se que a primeira semana de amostragem apresentou grande variação entre os pontos amostrais com maiores valores relatados à leste e ao norte do lago, enquanto que, as demais semanas registraram uma pequena variação destes valores entre os pontos.

A variação do oxigênio dissolvido relatada para o lago Catalão pode estar ligada a vários fatores dentre eles destacam-se, a ação do vento, a localização do

ponto no lago, a presença de manchas fitoplanctônicas no local, o que pode ter aumentado a produção de oxigênio dissolvido. Maiores densidade foram observadas no período de seca (ver seção 3.2.1.2 pág. 33, informação sobre a densidade populacional para os períodos de amostragem), sugerindo que o desenvolvimento do fitoplâncton pode ter concorrido pelas maiores concentrações em média de oxigênio dissolvido neste período. Durante o período de baixos níveis pluviométricos, os processos de produtividade primária podem estar sendo favorecidos, aumentando a concentração de oxigênio dissolvido nesses ambientes.

Na seca os dois nutrientes mensurados apresentaram os maiores concentrações para o fundo, sendo nitrogênio total 0,435mg/l (superfície) e 0,828 (fundo), enquanto, fósforo total foram 0,035 mg/l (superfície) e 0,189mg/l (fundo).

Na cheia os valores de nitrogênio total (NT) apresentaram em média grande oscilação entre os pontos amostrados dentro de cada semana variando entre 0,128mg/l (ponto 3) a 1,840 mg/l (ponto 4), não apresentado um padrão de variação semanal definido. No entanto, na maioria das amostras os maiores mensurações deste nutriente foram encontrados no fundo do lago (tabela 3). Tal fato pode estar ligado aos processos de decomposição característicos nas regiões mais profundas. Por outro lado, o fósforo total (PT) aumentou com a passagem das semanas de amostragem, apresentado suas maiores concentrações na quarta semana. Além de apresentar variação entre os pontos amostrados, 0,152mg/l a 0,570mg/l.

O nitrogênio total registrou concentração média de 0,631 mg/l para seca, sendo esta maior do que a observada na cheia (0,417mg/l). Por outro lado, o fósforo total apresentou a maior média para a cheia (0,267mg/l). O valor médio relatado para a seca deste nutriente foi de 0,112mg/l.

Os valores de máximos, mínimos e médios de todos os parâmetros amostrados estão apresentados na tabela 2. Maiores estimativas de nitrogênio total, relatados para seca, também foram observados por Nabout (2006) no lago dos Tigres – GO e por Ibañez (1994) no lago Camaleão na bacia Amazônica.

Diversos trabalhos comentam a elevação desses nutrientes a partir da decomposição de matéria orgânica (i.e. macrófitas e detritos) acumulada na várzea durante pulsos de inundação, além da ressuspensão de sedimentos que disponibiliza nutrientes para coluna d'água que antes estavam inacessíveis (Forsberg *et al.*, 1988, Train & Rodrigues, 1998; Rodrigues *et al.*, 2002). Junk *et al.* (1989), explicam que as concentrações de NT e PT em planícies de inundação



tropical variam consideravelmente, sendo que essa variação está associada à dinâmica do regime hidrológico, o que provavelmente aconteceu no lago Catalão. Carvalho *et al.* (2001) afirmam que a relação entre regime hidrológico e concentração de nutrientes em planícies de inundação é controversa.

Com o objetivo de sintetizar os dados das variáveis limnológicas obtidos no lago Catalão e analisar as diferenças temporais entre os períodos amostrais foi realizada uma ordenação utilizando a análise de componentes principais (ACP). Na seca os dois componentes principais explicaram 67% da variação total (figura 5). O primeiro componente parece indicar a variação espacial. As variáveis correlacionadas negativamente com o primeiro eixo são condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, tendo apresentado um acréscimo em direção ao ponto 1. Enquanto profundidade e transparência da água são correlacionadas positivamente. As variáveis que influenciaram a formação do segundo eixo foram temperatura, transparência e  $Z_{mix:Zeu}$ .

A análise de componentes principais (ACP) evidenciou quatro grupos distintos. O ponto 3 apresentou os maiores valores de condutividade, e razão  $Z_{mix:Zeu}$ , ainda, com relação ao oxigênio dissolvido este ponto apresentou maiores valores se comparado ao ponto quatro e os menores valores de transparência e temperatura (tabela 2). Este ponto localiza-se em uma região mais isolada a oeste do lago. Apesar de possuir comunicação com o restante do lago o ano inteiro, esta é feita por um canal estreito e bem raso no período de seca, este ponto também se encontra protegido por vegetação.

O ponto 3, também, apresentou menor profundidade durante todas as semanas amostradas na seca. Apesar de ser protegido por vegetação, encontra-se mais susceptível à ação do vento, devido à sua baixa profundidade, ocorrendo a ressuspensão de sedimentos o que parece ter sido a razão dos altos valores de condutividade e baixos valores de transparência encontrados. Além disso, foram observados dos altos valores de Zona de Mistura o que fez com que razão Zona de mistura Zona eufótica ( $Z_{mix:Zeu}$ ) fosse mais alta neste ponto. Em estudos realizados no lago Catalão na seca por Brito (2006), os menores valores de transparência também foram encontrados para a região onde está localizado o ponto 3 deste trabalho.

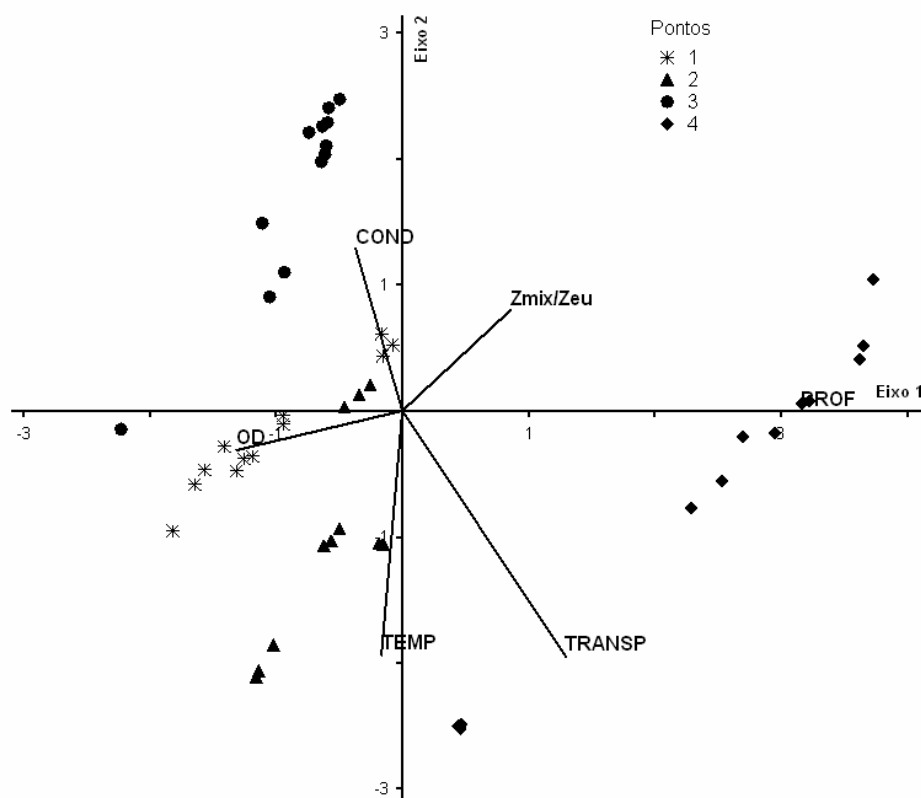


Figura 5: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais SECA/2006. PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Ze: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade.

Além da ação dos ventos, a ressuspensão de sedimentos no lago Catalão, em especial no ponto 3, também está associada a outros fatores, tais como a ação de animais. Na seca o lago possui locais em que a profundidade varia entre 0,80m e 1,5m, e está sujeito à presença de búfalos (*Bubalus bubalis*) que pastam na várzea e que eventualmente entram na água pisando no fundo e ocasionando a ressuspensão de sedimentos levando a altos valores de condutividade e baixíssimos valores de transparência. Este tipo de influência no ambiente aquático também foi relatado por Okada *et al.* (2003) e Pagioro *et al.* (1997), na bacia do rio Paraná, na qual capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) eram os principais responsáveis por este tipo de ressuspensão de sedimentos. Além dos búfalos, os ribeirinhos (moradores locais que vivem da pesca de subsistência), ao revisarem redes de espera, descem do barco e andam dentro do lago raso, ocasionando também a ressuspensão de sedimentos, fatos que podem explicar os maiores valores de condutividade e os menores valores de transparência no ponto 3.

Por outro lado, o ponto 4, localizado na região mais central do lago a leste do ponto 3, apresentou as maiores profundidades, o que o torna menos susceptível à ação do vento e dos animais, com características opostas às do ponto 3, com maiores valores de transparência, razão  $Z_{mix}:Z_{eu}$  e profundidade e menores valores de condutividade, oxigênio dissolvido se comparado ao ponto três.

O terceiro grupo foi formado pela maioria das amostras realizadas no ponto 2 que apresentou os maiores valores de temperatura, e último grupo formado pelo ponto 1 que apresentou os maiores valores de oxigênio dissolvido se comparado aos demais pontos.

A partir destes dados observa-se que a maior tendência de variação das características físico-químicas, para seca foi a espacial.

Na cheia os dois componentes principais explicaram 62% da variação dos dados (figura 6). Os resultados mostraram que o primeiro componente principal indica a variabilidade temporal dos dados. As variáveis correlacionadas negativamente com o primeiro eixo (temperatura e transparência, principalmente) mostraram um decréscimo em direção à última semana de amostragem. As variáveis correlacionadas positivamente com o primeiro eixo foram COND,  $Z_{mix}:Z_{eu}$ , e PT, tendo estas variáveis sofrido um acréscimo em direção a semana 4. O nitrogênio total e a razão NT:PT influenciaram a formação do segundo eixo. Ambos correlacionados positivamente com o mesmo, a partir da segunda semana.

Todas as semanas amostradas apresentaram diferentes características físico-químicas, como pode ser observado nos resultados derivados da Análise de Componentes Principais (ACP) na figura 6, Originando quatro grupos distintos.

A semana 1 apresentou os menores valores de condutividade, profundidade,  $Z_{mix}:Z_{eu}$ , PT, NT e NT:PT. Nesta semana o lago tinha uma maior influência do rio Negro, ambiente caracterizado por apresentar maiores valores de transparência e menores valores de condutividade. Enquanto a semana quatro apresentou os maiores valores de condutividade, profundidade,  $Z_{mix}:Z_{eu}$ , PT de acordo com o primeiro eixo, e o menores valores de NT e NT:PT de acordo com o segundo eixo, resultados que podem estar relacionados à entrada de água do rio Solimões, caracterizado por apresentar menores valores de transparência, maiores valores de nutrientes e condutividade elevada.

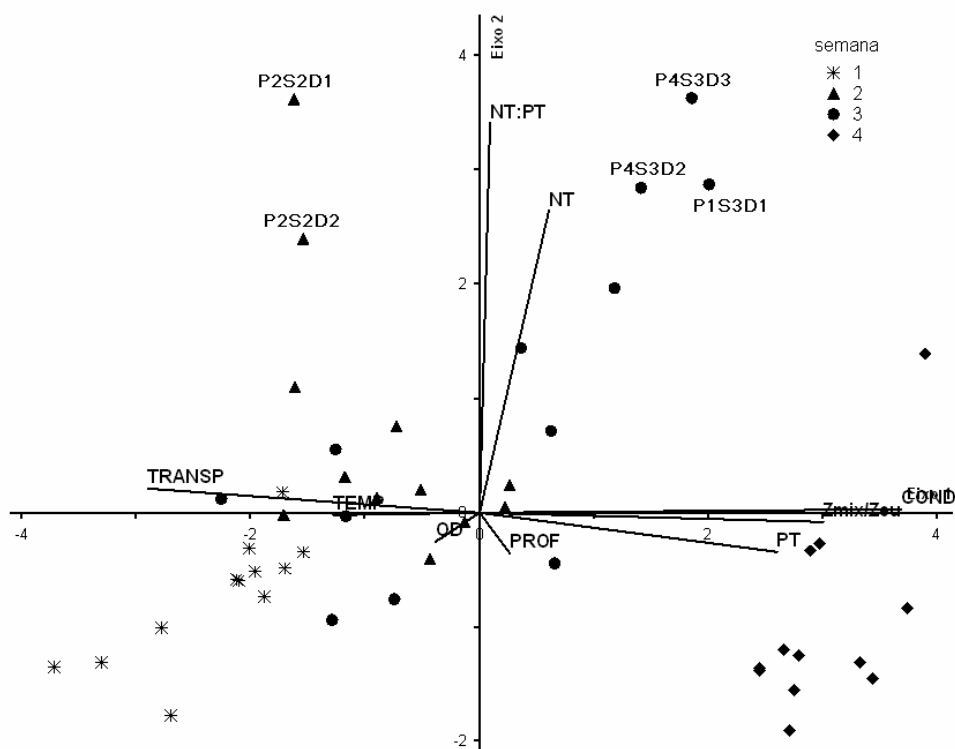


Figura 6: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais CHEIA/2007. PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade elétrica; P4S3D3: ponto quatro, semana três e profundidade três (esta codificação se aplica aos demais).

As semanas dois e três apresentaram resultados intermediários entre as duas semanas citadas anteriormente. A entrada de água do rio Solimões no lago proporciona um forte padrão temporal com relação às características físico-químicas, com a separação das semanas formando grupos distintos, para o lago nesta época.

Altos valores de NT e da razão NT:PT (tabela 3) foram encontrados para os pontos 2 e 4 nas semanas 2 e 3, respectivamente, tal fato pode estar relacionado com a localização destes pontos no lago. Uma vez que o rio Solimões entra, principalmente, nas direções leste para oeste e sul para norte, sendo a sua maior influência sentida a leste do lago, próximo aos pontos de amostragem 2 e 4 (figura 3), sugerindo um fraco padrão espacial para a distribuição dos valores das variáveis físico-químicas, não tão marcante quanto o padrão temporal.

A entrada de água no lago Catalão é determinada pela seguinte seqüência: a maior influência do rio Negro dá-se no início da cheia, isto porque este rio possui um canal de ligação com o lago que possibilita que sua entrada ocorra primeiro. O canal se encontra quase no mesmo nível do lago, a entrada acontece de norte para sul,

influenciando, especialmente, os pontos de amostragem 1 e 3 que se situam mais a oeste e norte do lago. É importante salientar que este canal seca parcialmente no período de menor nível hidrométrico, cessando a entrada de água nesta época, tornando o lago totalmente isolado neste período. Por outro lado, o rio Solimões precisa subir o suficiente para transpor a região de várzea que fica a leste e ao sul do lago, sendo a sua maior influência sentida a partir da segunda semana de amostragem a leste do lago. Na última semana de amostragem, no período de cheia, o lago já havia se tornado mais homogêneo, possuindo características bem acentuadas de águas brancas, sendo a influência do rio Negro, naquele momento, quase imperceptível.

É importante ressaltar que o responsável pela maior influência no lago Catalão, na maior parte do ano, é o rio Solimões, devido a sua vazão ser maior do que a do rio Negro e também devido à sua localização estratégica em relação ao lago. No entanto, no início da cheia ocorre uma diluição das águas do lago promovida pela entrada do rio Negro. O aumento da influência do rio Negro sobre o lago e o fato do rio Solimões ainda não ter entrado, fazem com que a presença do rio Negro torne-se mais marcante dentro do lago neste momento do ciclo hidrológico.

Percebe-se, portanto, que a maior tendência de variação na cheia foi a temporal, ao contrário do que foi observado para a seca. Isto se explica devido ao aporte de grande volume de água do rio Negro e Solimões para o lago durante a inundação, provocando uma homogeneização espacial no sistema, reduzindo assim as diferenças entre os compartimentos. Em contrapartida, no período de seca quando as trocas entre os compartimentos são reduzidas devido ao menor escoamento da água, ocorre um aumento nas diferenças existentes entre pontos, sendo estas ressaltadas neste estudo.

Temporalmente, o lago apresentou características físicas e químicas diferentes entre os dois períodos amostrados (seca e cheia). Algumas variáveis que determinaram o padrão temporal na cheia e o espacial na seca também influenciaram nas diferenças encontradas para as características físico-químicas entre os diferentes períodos de amostragem. Os dois primeiros eixos da ACP explicaram 78% da variação (figura 7), sendo a profundidade e transparência da água correlacionadas negativamente com o primeiro eixo, enquanto que condutividade e razão  $Z_{mix}:Z_{eu}$ , principalmente, correlacionadas positivamente com o mesmo. As variáveis que influenciaram a formação do segundo eixo foram

oxigênio dissolvido e temperatura, correlacionadas positivamente com o mesmo, enquanto que razão  $Z_{mix}:Z_{eu}$  foi correlacionada negativamente com o segundo eixo.

A partir dos resultados obtidos foi possível observar uma nítida separação dos dois períodos de amostragem (seca e cheia). Na cheia o lago apresentou os maiores valores de transparência e profundidade, e os menores valores de oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade e razão  $Z_{mix}:Z_{eu}$ . Na seca, o lago apresentou características opostas, a ordenação pode ser observada na figura 7. A tabela 4 apresenta a correlação das variáveis limnológicas do lago Catalão com os dois primeiros componentes principais para os períodos amostrados.

O padrão de variação sazonal relatado para as variáveis físico-químicas no lago Catalão, para este trabalho, foi semelhante ao relatado por Ibañez (1997) no lago Camaleão na bacia Amazônica e Brito (2006) no lago Catalão, em que os maiores valores de transparência, temperatura e os menores valores de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram encontrados no período enchente-cheia, em contrapartida, a seca apresentou características opostas às citadas acima.

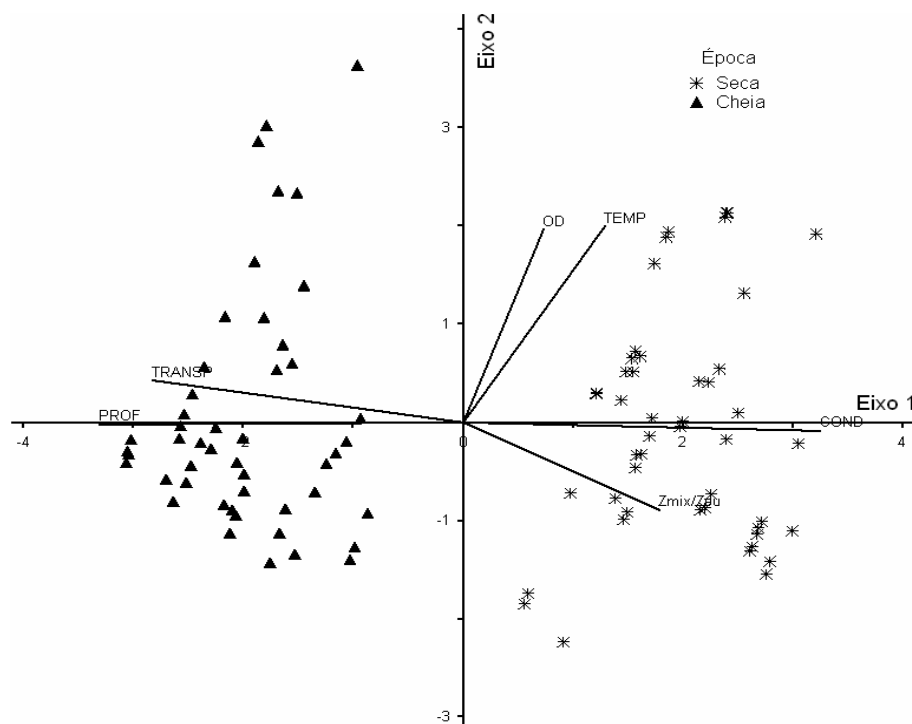


Figura 7: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais SECA e CHEIA, PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido;  $Z_{mix}/Z_{eu}$ : razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade.

Tabela 4: Correlação das variáveis limnológicas do lago Catalão com os dois primeiros componentes principais. COND: condutividade elétrica; OD: oxigênio dissolvido; TEMP: temperatura; PROF: profundidade; TRANSP: transparência; Zmix:Zeu: razão entre a zona de mistura e zona eufótica; NT: nitrogênio total; PT: fósforo total; NT:PT: razão entre o NT e PT. Coeficientes em negrito são importantes para a formação do componente.

Variáveis	Seca		Cheia		Seca e Cheia	
	Eixo 1 (37%)*	Eixo 2 (30%)*	Eixo 1 (42%)*	Eixo 2 (20%)*	Eixo 1 (56%)*	Eixo 2 (22%)*
COND	-0,3958	0,3554	<b>0,4847</b>	0,0621	<b>0,4917</b>	-0,1411
OD	-0,3806	-0,2737	-0,1919	-0,1689	0,2576	<b>0,5903</b>
TEMP	-0,1472	<b>-0,6036</b>	<b>-0,3302</b>	-0,0334	0,3133	<b>0,6015</b>
PROF	<b>0,6287</b>	0,0725	0,1427	-0,2228	<b>-0,4899</b>	-0,0494
TRANSP	<b>0,4356</b>	<b>-0,5105</b>	<b>-0,4378</b>	0,1716	<b>-0,4675</b>	0,3007
Zmix:Zeu	0,3031	<b>0,4106</b>	<b>0,4428</b>	-0,1104	0,3677	<b>-0,4207</b>
NT	-	-	0,1987	<b>0,5997</b>	-	-
PT	-	-	<b>0,4068</b>	-0,2226	-	-
NT:PT	-	-	0,0786	<b>0,6827</b>	-	-

\* porcentagem de explicação da variação de cada eixo.

Os lagos de planície de inundação variam amplamente em morfometria e exposição ao vento (fetch). Desta forma, suas características físico-químicas e biológicas são mais variáveis durante o período de seca (Thomaz *et al.*, 2007). As regressões utilizadas para testar a hipótese da homogeneização do ambiente em função da inundação mostraram uma forte e significativa influência da profundidade sobre os coeficientes de variação (C.V.) das variáveis físico-químicas utilizadas nesta análise (tabela 5). Os menores valores para os coeficientes de variação encontrados no período de cheia, indicando assim uma homogeneização do ambiente neste período, como é proposto por Thomaz *et al.* (2007).

Tabela 5: Valores encontrados para a análise de regressão simples entre profundidade (prof.) e coeficientes de variação (C.V.) das variáveis físico-químicas.

Relação analisada	Valor de $r^2$	Valor de r	Valor de p
<i>C.V. oxigênio dissolvido X prof.</i>	0,53	-0,73	0,03
<i>C.V. condutividade X prof.</i>	0,86	-0,93	0,0008
<i>C.V. temperatura X prof.</i>	0,52	-0,72	0,04
<i>C.V. transparência X prof.</i>	0,78	-0,88	0,003

## 3.2 Fatores bióticos

### 3.2.1 Comunidade Fitoplanctônica

#### 3.2.1.1 Composição específica

O total de 235 táxons foi inventariado (Anexo A) para o lago Catalão, pertencendo a 10 classes taxonômicas (figura 8). A classe Chlorophyceae foi a melhor representada com 99 espécies. Esta classe é freqüente em ambientes tropicais e sub-tropicais e sua alta riqueza foi relatada em outros trabalhos em planícies de inundação (Pinilla, 2006; Zalocar de Domitrovic, 2002). Dentro desta classe destacaram-se os gêneros *Desmodesmus* e *Monoraphidium*, com 10 espécies, cada um. O gênero *Monoraphidium* também foi representativo, com relação ao número de espécies, no trabalho realizado por Nabout *et al.* (2006) na bacia do rio Araguaia. Estes gêneros são encontrados em ambientes relativamente eutrofizados, sendo sensíveis a baixas concentrações de nutrientes (Reynolds *et al.*, 2002).

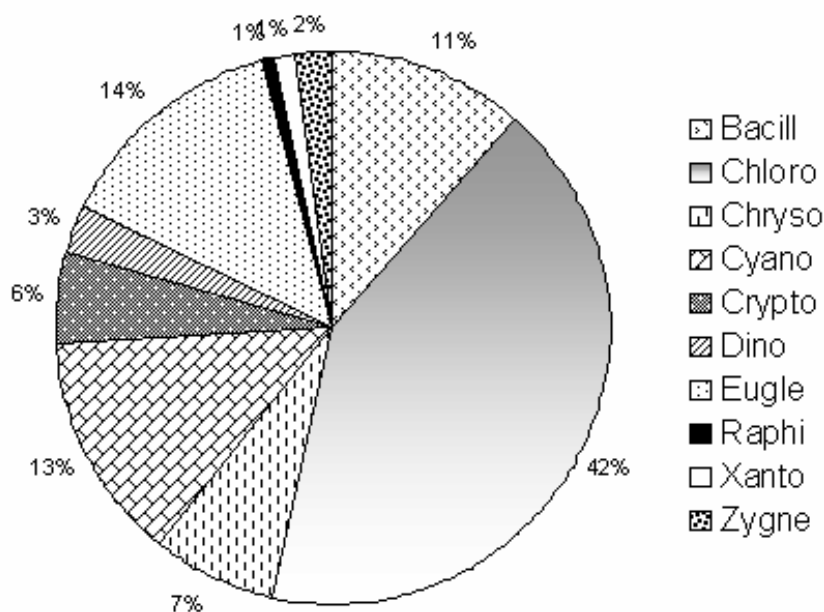


Figura 8: Contribuição percentual das classes taxonômicas para a riqueza total de espécies. Os códigos para as classes são Bacill – Bacillariophyceae; Chloro – Chlorophyceae; Chryso – Chrysophyceae; Cyano – Cyanobacteria; Crypto – Cryptophyceae; Dino: Dinophyceae; Eugle – Euglenophyceae; Raphi – Raphidophyceae; Xanto: Xantophyceae; Zygne – Zygnemaphyceae.

Com relação aos períodos de amostragem, o maior número de táxons foi registrado no período de seca para todas as classes taxonômicas documentadas. Neste período, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae e Cyanobacteria foram os grupos com maior número de espécies, enquanto no período de cheia,



Chlorophyceae e Cyanobacteria foram os grupos mais especiosos (figura 9). A alta riqueza de Zygnemaphyceae relatada por Huszar *et. al* (1997), Melo & Huszar (2000) e Lopes e Bicudo (2003) em lagos da planície de inundação amazônica não foi observada neste trabalho onde este grupo representou apenas 2% da riqueza total. A baixa representatividade de Zygnemaphyceae está relacionada, pelo menos em parte, às características físicas e químicas do lago Catalão, um lago eutrófico, com altas concentrações de nutrientes dissolvidos e valores de pH próximos à neutralidade (Brito, 2006). A maior riqueza de Zygnemaphyceae, em especial da família Desmidiaceae, são relatadas, principalmente, para ambientes oligotróficos, com baixos valores de pH (Brook, 1981).

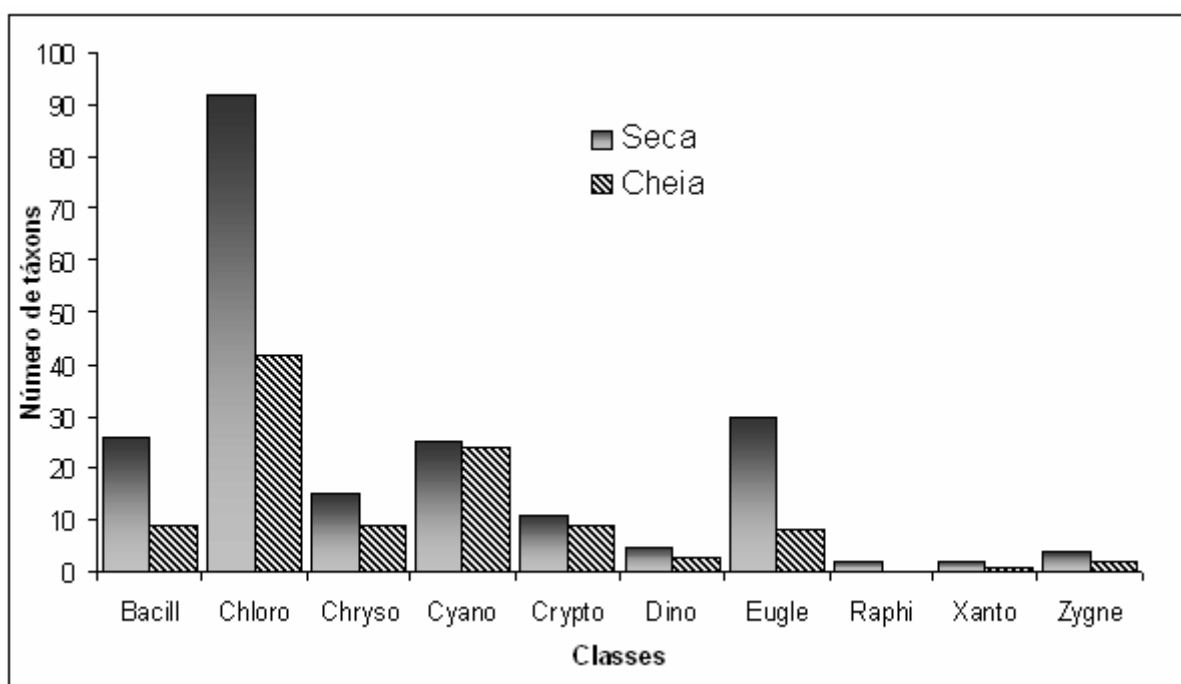


Figura 9: Riqueza de espécies total por classe taxonômica em cada período de amostragem. Os códigos para as classes são Bacill – Bacillariophyceae; Chloro – Chlorophyceae; Chryso – Chrysophyceae; Cyano – Cyanobacteria; Crypto – Cryptophyceae; Dino: Dinophyceae; Eugle – Euglenophyceae; Raphi – Raphidophyceae; Xanto: Xantophyceae; Zygne – Zygnemaphyceae.

Destaca-se neste estudo a importância da classe Euglenophyceae no período de seca, quando este grupo foi o mais bem representado depois das Chlorophyceae, com 14% da riqueza total. Grande importância deste grupo foi também mencionada por Ibañez (1998) que inventariou 185 espécies de Euglenophyceae em um lago da planície de inundação da Amazônia Central (lago Camaleão), situado a cerca de cinco quilômetros acima do lago Catalão. Este grupo parece ter uma grande riqueza de espécies em lagos de águas brancas da bacia Amazônica, principalmente, nos

períodos de seca, quando aumenta a concentração de matéria orgânica em decomposição nos lagos. Outro grupo que se destacou foi o das Cyanobacteria que constituiu 13% da riqueza total. Segundo Paerl (1988), grandes quantidades de matéria orgânica trazida para o sistema e as altas concentrações de nutrientes favorecem o crescimento deste grupo. Train & Rodrigues (1998) também observaram uma riqueza relativamente alta de Cyanobacteria, na bacia do Rio Paraná em regiões que apresentavam condições semelhantes (altas concentrações de matéria orgânica) as do lago Catalão.

### 3.2.1.2 Densidade populacional

A densidade populacional fitoplanctônica variou entre  $1 \cdot 10^3$  a  $5 \cdot 10^5$  ind./ml na seca e de  $4 \cdot 10^3$  a  $11 \cdot 10^4$  ind./ml na cheia sendo, em média, maior na seca. Maiores valores de densidade para a seca também foram relatados em estudos realizados por Ribeiro (1978) em três dos lagos analisados na planície de inundação amazônica, Rodrigues (1994) no lago Camaleão e Huszar (1994) para o lago Batata. No presente trabalho, a relação observada entre condutividade elétrica e densidade fitoplactônica, sendo os maiores valores de ambas as variáveis encontradas na seca, demonstram o papel primordial dos sais dissolvidos como estimuladores do crescimento do fitoplâncton.

Com base nas três profundidades de coleta, nas amostras da superfície a densidade populacional do fitoplâncton variou de  $7 \cdot 10^3$  e  $4 \cdot 10^4$  ind/ml, enquanto que as amostras de fundo apresentaram valores oscilando entre  $3 \cdot 10^3$  a  $5 \cdot 10^4$  (figuras 10 e 11). As amostras do fundo apresentaram valores de densidade fitoplanctônica superiores aos de superfície em 37% das amostras. Estes altos valores relatados para o fundo podem estar relacionados ao simples acúmulo de células nas camadas mais profundas por sedimentação passiva, principalmente na cheia (Barbosa *et al.*, 1989, Reynolds, 1992).

Embora alguns valores de densidade fitoplanctônica tenham sido maiores em determinada profundidade, não foi observada diferença significativa entre as profundidades. Este pode estar associado ao lago Catalão ser um ambiente raso, principalmente, na seca, favorecendo maior circulação da massa d'água. De acordo com vários trabalhos, os lagos da planície de inundação Amazônica tendem a apresentar circulação diária da coluna d'água no períodos de menor profundidade e circulação que ocorre em intervalos maiores de tempo no período de maior

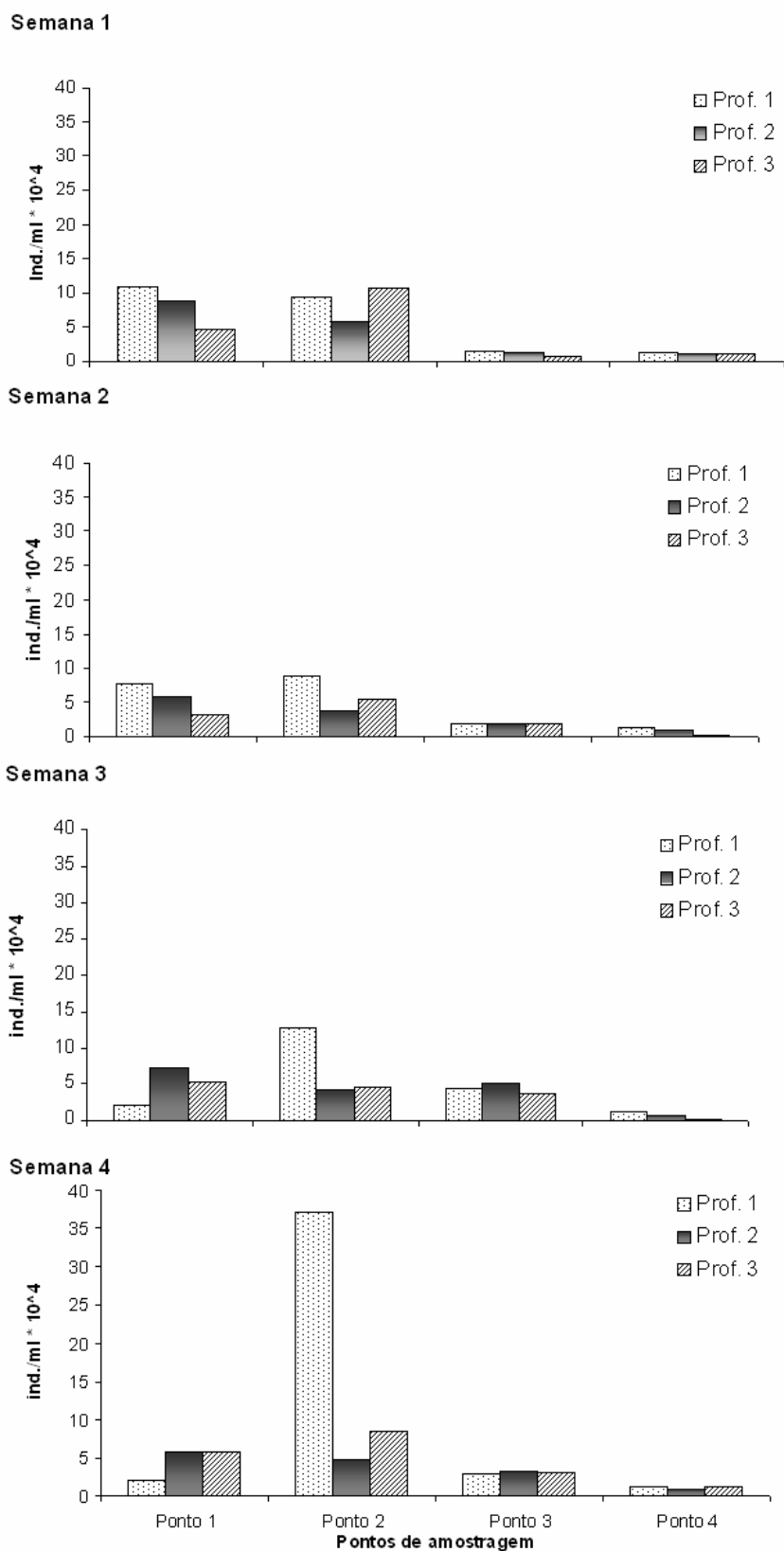


Figura 10: Densidade fitoplanctônica (ind./ml \* 10<sup>4</sup>) por profundidade amostrada na seca/2006 no lago Catalão

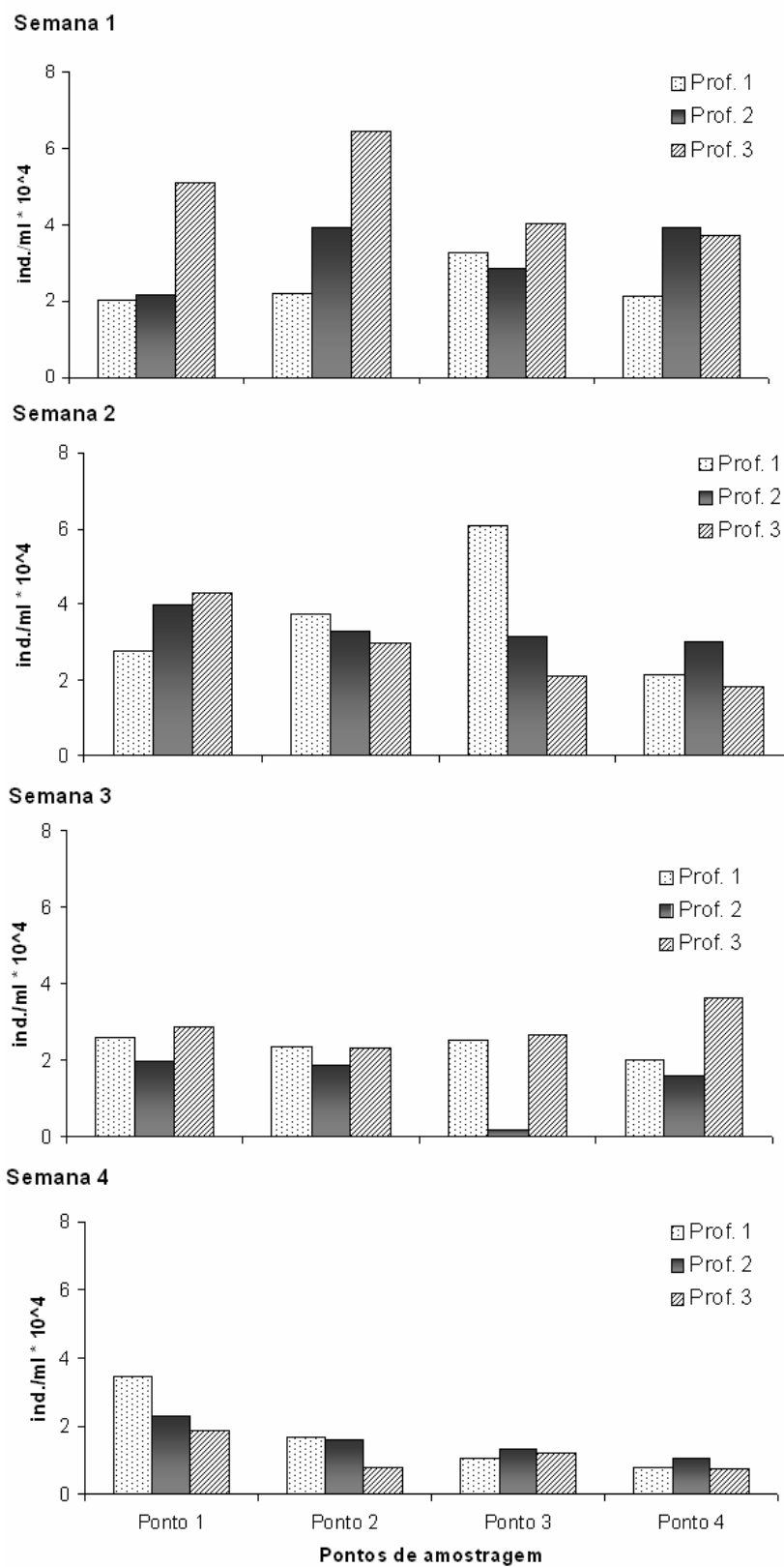


Figura 11: Densidade fitoplanctônica (ind./ml \* 10<sup>4</sup>) por profundidade amostrada na cheia/2007 no lago Catalão

profundidade (Tundisi, *et al.* 1984; Melo & Huszar, 2000; Esteves, *et al.*, 1994; MacIntyre & Melack, 1984 e 1988). Desta maneira, o lago Catalão pode ser caracterizado como um ambiente instável em que a comunidade fitoplanctônica esteja em contínuo processo de mistura: ora na superfície iluminada, ora nas camadas mais profundas da zona afótica, apresentando uma distribuição vertical homogênea dos indivíduos fitoplanctônicos na coluna de água. No período de seca (figura 12a), Cyanobacteria foi o grupo predominante seguida por Chlorophyceae, sendo que *Synechocystis aquatilis* ( $1 \cdot 10^6$  ind./ml) e *Synechococcus elongatus* ( $1 \cdot 10^5$  ind./ml) foram as espécies que apresentaram a maior densidade para os pontos 1, 2, 4. No ponto 3, as Cyanobacteria continuaram dominando, porém, a espécie predominante foi *Planktothrix isothrix* ( $3 \cdot 10^4$  ind./ml). No período de seca os grupos funcionais **X<sub>1</sub>** (*Synechocystis aquatilis*), **W** (*Euglena acus*), **Y** (*Cryptomonas* spp.) e **S<sub>1</sub>** (*Planktothrix isothrix*), descritos por Reynolds *et al.* (2002) foram os mais abundantes, representando 78%, 4%, 3%, 3% da densidade total respectivamente. De acordo com as características descritas (*id.*, *ibid.*), estes grupos são típicos de ambientes com grande quantidade de nutrientes e matéria orgânica.

Segundo Garcia de Emiliani (1997), as Cyanobacteria são favorecidas pelo maior tempo de retenção da água, e por baixa turbulência, isso parece explicar as altas densidades deste grupo neste período. Com relação às picocianobactérias, a dominância de *Synechocystis* (**X<sub>1</sub>**) seguida por *Synechococcus* (**Z**), nos pontos 1, 2 e 4 mostra que, devido às requisições específicas de cada gênero (*Synechocystis* (**X<sub>1</sub>**), *Synechococcus* (**Z**)) para a sua sobrevivência e reprodução a coexistência só possível com transparência relativamente alta e com concentrações relativamente altas de nutrientes. Tendo em vista, a sensibilidade do gênero *Synechococcus* (**Z**) à deficiência de luz e baixa tolerância para deficiência de nutrientes relatada para *Synechocystis* (**X<sub>1</sub>**) (Reynolds *et al.*, 2002). Estas foram as características relatadas para os pontos citados anteriormente (1, 2 e 4). A maior abundância de *Synechocystis* (**X<sub>1</sub>**) + *Synechococcus* (**Z**), também foi relatada para lagos da planície de inundação do rio Paraná em ambientes enriquecidos (O'Farrell *et al.*, 2003).

A espécie *Planktothrix isothrix* (**S<sub>1</sub>**) foi a mais abundante no ponto três. O gênero *Planktothrix* é tolerante a altas temperatura se comparado a outros gêneros de Cyanobacteria filamentosos, tal como *Anabaena*. Entretanto, em estudos realizados *in vitro*, constatou-se que o ótimo de temperatura para o crescimento deste gênero está no intervalo de 20 °C a 30 °C (Davis & Waslby, 2007). Em

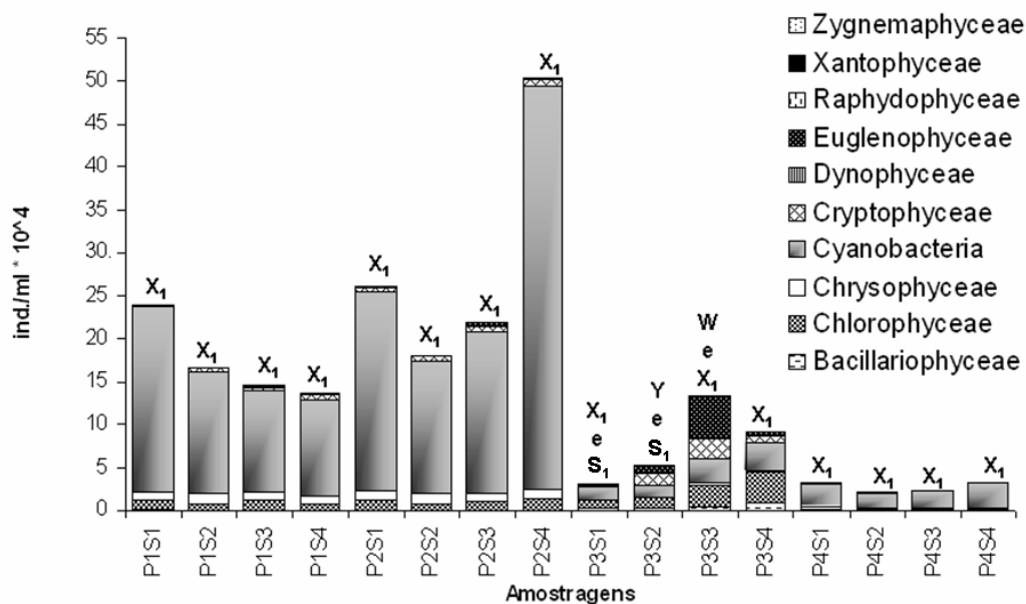
trabalhos realizados por Halstvedt *et al.*, (2007) também foi observado que este gênero é adaptado a uma amplitude limitada de variação da temperatura. Outro fator que pode afetar a sua proliferação é a limitação por nutrientes. As Cyanobacterias filamentosas são boas antenas de energia luminosa, pois, requerem baixas quantidades de luz (Paerl, 1988). Esta propriedade permite a fotossíntese em baixas condições luminosas. Os baixos valores de transparência, os altos valores de condutividade elétrica e temperatura média de 30 °C conferem ao ponto 3 condições favoráveis que devem ter promovido o crescimento de *Planktothrix isoethrix*.

É importante destacar que *Planktothrix* é um dos gêneros de Cyanobacteria formador de florações com o maior potencial de toxicidade (Fastner *et al.*, 1999). Diante disto, reforça-se a necessidade de estudos no lago Catalão, bem como, em outros ambientes amazônicos, para se identificar estas florações e se definir se isto se caracteriza como um fenômeno natural ou induzido pela influência antrópica e a partir destas informações discutir medidas para mitigação dos possíveis danos, se for o caso, e/ou manutenção do ambiente como tal.

As Chlorophyceae, classe, também, representativa em densidade, são favorecidas por baixa profundidade e baixa transparência (Philipose, 1967). Contribuições expressivas das Chlorophyceae foram observadas por Schmidt & Uherkovich (1973b) no lago Castanho, por Ribeiro (1978) nos lagos Cristalinos e Jacaretinga e Fisher (1978) para o lago Janauacá e na bacia do médio rio Paraná por Garcia de Emiliani & Manavella, 1983, devido às condições favoráveis de profundidade e transparência da água encontrada nestes ambientes.

No período de cheia, a dominância por Cyanobacteria permaneceu (figura 12b) seguida, ainda, por Chlorophyceae. No entanto, as duas classes apresentaram menores densidades, se comparados ao período de seca. *Synechocystis aquatilis* continuou sendo a espécie dominante, representando 80% da densidade total, e neste período a sua dominância se estendeu por todos os pontos de coleta.

a)



b)

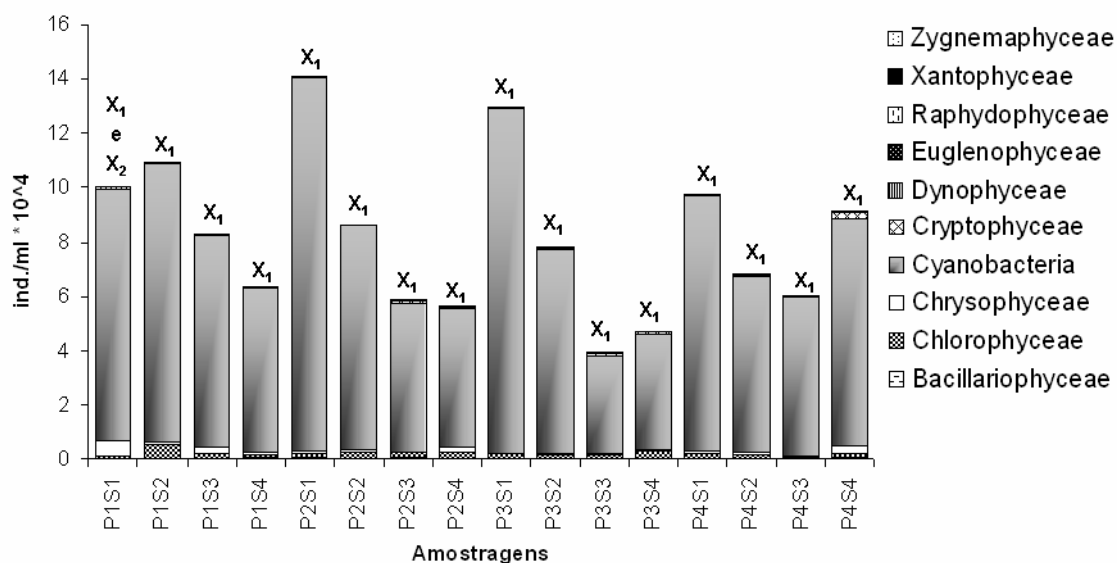


Figura 12: Densidade da comunidade fitoplânctônica (ind./ml\*10<sup>4</sup>) no período de a) seca e de b) cheia. Os códigos são: P – ponto de amostragem; S – semana de amostragem.

Na cheia, a dominância de *Synechocystis aquatilis* foi acompanhada por uma Chroococcaceae (cocóide, com dimensões em torno de 5µm de comprimento por 1.25-2.5 µm de largura) não identificada. Esta foi encontrada sempre a partir da segunda profundidade e nunca na superfície, observando um aumento populacional em direção ao fundo, indicando ser uma espécie adaptada à baixa concentração de luz. Muitas espécies de algas verdes e cianobactérias tidas como planctônicas são capazes de viver ativamente por períodos prolongados no escuro, nos sedimentos,

devido à sua baixa atividade metabólica (Wasmund, 1991). Tal capacidade pode explicar o sucesso da Chroococcaceae registrada neste estudo.

Para avaliar a existência de diferença significativa entre os períodos amostrais no que se refere à densidade fitoplanctônica. Sobre os dados de seca e cheia foi aplicado o teste de homoscedasticidade, como este não foi atendido, não atendendo, portanto, às premissas para a utilização de uma análise paramétrica, um teste não paramétrico (Mann-Whitney – test U) em nível de significância de 0,05 foi utilizado. O teste indicou a existência de diferença significativa entre seca e cheia, no que se refere à densidade fitoplanctônica, sendo a densidade da seca maior do que a encontrada na cheia (tabela 6). O maior valor de densidade foi relatado para o ponto 2 na seca ( $3 \cdot 10^6$  ind./ml). O efeito de diluição acarretado pelo pulso de inundação pode ter sido o responsável pelo decréscimo da densidade na cheia e mudança na composição da comunidade.

Tabela 6: Resultado do teste U de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ )

<b>Densidade</b>	<b>Seca</b>	<b>Cheia</b>
<b><i>máxima</i></b>	$3 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^5$
<b><i>mínima</i></b>	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
<b><i>média</i></b>	$4 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$
<b><i>desvio padrão</i></b>	$6 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$
<b><i>coef. de variação</i></b>	1,35	0,49
<b><i>valor de p</i></b>	$1 \cdot 10^{-6}$	
<b><i>valor de U</i></b>	<b>99</b>	

O teste de Monte Carlo (tabela 7) indicou que os dois primeiros eixos derivados da ACC com as 25 espécies mais abundantes (representando pelo menos 0,4% da densidade total) e as variáveis ambientais para a seca são significativos e explicaram 51% da variação (tabela 8). Condutividade elétrica correlacionada positivamente com o primeiro eixo, transparência da água e profundidade correlacionadas negativamente com o mesmo, razão zona de mistura e zona eufótica, e oxigênio dissolvido correlacionados positivamente com o segundo eixo e, finalmente, temperatura correlacionada negativamente com o segundo eixo (tabela 9). As espécies que apresentaram maiores correlações com os eixos da ACC estão apresentadas na tabela 10.



Tabela 7: Dados estatísticos do teste de Monte Carlo correlações das matrizes de espécies x variáveis ambientais para seca/2006 – lago Catalão

Eixos	Dados reais	Dados randomizados (1000 randomizações)			
	Correlação spp x variáveis ambientais	média	mínimo	máximo	p
1	0,957	0,408	0,245	0,657	<b>0,001</b>
2	0,642	0,425	0,193	0,695	<b>0,006</b>
3	0,604	0,457	0,220	0,707	0,050

Tabela 8: Sumário dos resultados estatísticos para os 2 primeiros eixos da ACC para as 25 espécies fitoplanctônicas mais abundantes no lago Catalão (seca/2006)

Total da variância (inércia) nos dados das espécies		
		0.7171
Variância nos dados das Spp		
	Eixo 1	Eixo 2
<i>Auto-valores</i>	0,34	0,02
<i>% da variância explicada</i>	46,8	4,3
<i>% de explicação acumulada</i>	44,6	51,0
<i>Correlação de Pearson, Spp - ambiente</i>	0,957	0,642

Tabela 9: Coeficiente de correlação "intra-set" da matriz das variáveis ambientais x eixos

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Oxigênio dissolvido	0.037	0.253
Condutividade elétrica	<b>0.994</b>	-0.041
Temperatura	-0.278	<b>-0.411</b>
Profundidade	<b>-0.378</b>	0.115
Transparência	<b>-0.656</b>	-0.201
Razão Zona de mistura e Zona eufótica	0.213	<b>0.862</b>

Os resultados derivados da ACC (figura 13), para seca, mostraram a formação de quatro grupos distintos: 1) o ponto 3 na semana 1 quando ele apresentou os maiores valores de condutividade e os menores valores de Zmix:Zeu, o ambiente se apresentava mais estável, o que promoveu as maiores densidades de *Planktothrix isothrix*, que foi substituída, na segunda semana por *Trachelomonas volvocina*. A espécie de Cyanobacteria, *Planktothrix isothrix*, encontrada com grande densidade no ponto três, pertencente ao grupo funcional **S<sub>1</sub>** (Reynolds *et al.*, 2002). Como é bastante tolerante à deficiência de luz (*id. ibid.*) os baixos valores de transparência encontrados no ponto 3 não se caracterizaram como um limitante para a sua proliferação. Entretanto, é bastante sensível às descargas rápidas de água e contínuos eventos de mistura (*id. ibid.*) estes fatores devem ter concorrido para a sua substituição por *Trachelomonas volvocina*, tendo em vista, que, durante os sete

dias que antecederam a segunda semana de amostragem ocorreram pancadas de chuva e ventos fortes, inclusive no próprio dia da coleta.

Tabela 10: Coeficiente de correlação da matriz das espécies x eixos

<b>Espécies</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
<i>Synechocystis aquatilis</i>	<b>-0.867</b>	0.286
<i>Synechococcus elongatus</i>	-0.433	-0.239
<i>Synechocystis aquatilis</i> (divisão)	<b>-0.605</b>	0.198
<i>Trachelomonas volvocina</i>	<b>0.802</b>	-0.023
<i>Pedinomonas minutissima</i>	0	<b>0.693</b>
<i>Planktothrix isothrix</i>	<b>0.881</b>	-0.254
<i>Synechococcus mundulus</i>	<b>-0.648</b>	-0.072
<i>Chromulina</i> sp1	-0.416	0.496
<i>Synura petersinii</i>	0.091	0.593
<i>Merismopedia warmigiana</i>	<b>0.617</b>	0.304
<i>Cryptomonas marssoni</i>	-0.222	0.552
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	0.054	0.589
<i>Sphaleromantis cf. ochracea</i>	-0.596	0.312
<i>Chromulina</i> sp2	<b>-0.664</b>	0.174
<i>Chromulina</i> sp6	<b>-0.608</b>	-0.009
<i>Synechococcus elegans</i>	-0.348	-0.226
<i>Pseudoanabaena voronichinii</i>	-0.596	0.175
Cyanophyceae 1	-0.581	-0.054
<i>Pseudoanabaena limnetica</i>	0.554	0.503
<i>Aulocoseira granulata</i>	<b>0.742</b>	0.087
<i>Chlamydomonas debaryana</i>	-0.032	0.553
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0.161	0.245
<i>Euglena acus</i>	<b>0.856</b>	-0.176
<i>Chlamydomonas microscopica</i>	0.189	0.577
<i>Monoraphidium tortile</i>	-0.581	0.119

A sensibilidade de *Planktothrix* à turbulência também foi constatada em Blelham Tarn, um típico lago de região temperada onde as maiores densidades deste gênero foram relatados para os períodos onde coreram as menores velocidades do vento e, por conseqüência, as menores profundidades de mistura, ou seja, quando o ambiente se apresentava mais estável (Davis *et al.*, 2003).

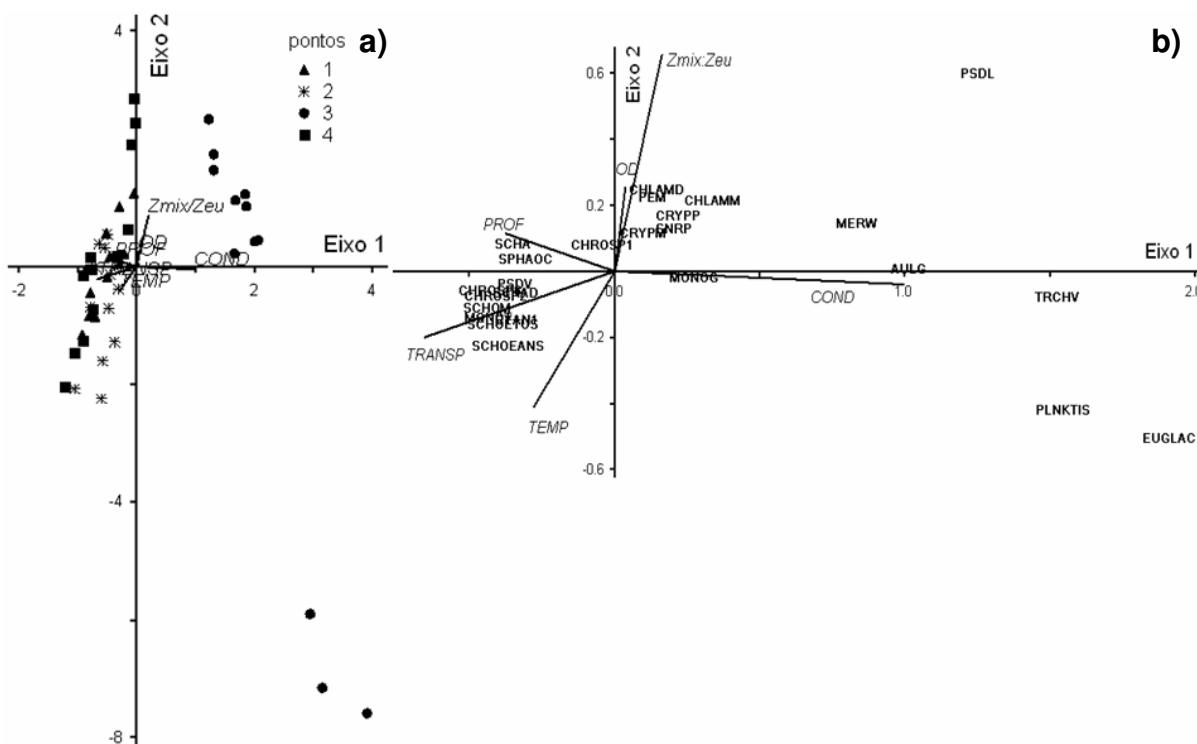


Figura 13: Análise de correspondência canônica (ACC) aplicada sobre as variáveis ambientais e densidade das espécies fitoplanctônicas abundantes (seca/2006).

Os códigos para as espécies são: CRYPP – *Cryptomonas pyrenoidifera*; CHROSP1 – *Chromulina* sp1; CHROSP2 – *Chromulina* sp2; CHROSP6 – *Chromulina* sp6; SCHAD – *Synechocystis aquatilis* em divisão; SCHA – *Synechocystis aquatilis*; SCHOES – *Synechococcus elongatus*; SPHAOC – *Sphaleromantis ochracea*; SCHOM – *Synechococcus mundulus*; SCHOEANS – *Synechococcus elegans*; PEM – *Pedinomonas minutissima*; TRCHV – *Trachelomonas volvocina*; SNRP – *Synura petersinii*; CRYPM – *Cryptomonas marssonii*; PLNKTIS – *Planktothrix isoethrix*; MERW – *Merismopedia warmingiana*; PSDV – *Pseudoanabaena voronichinii*; CYAN1 – Cyanobacteria 1; MONOG – *Monoraphidium griffithii*; CHLAMD - *Chlamydomonas debaryana*; MONOT – *Monoraphidium tortile*; PSDL - *Pseudoanabaena limnetica*; EUGLAC – *Euglena acus*; AULG – *Aulocoseira granulata*; CHLAMD – *Chlamydomonas microscopica*; Códigos para as variáveis ambientais: PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade elétrica; \*Para uma melhor visualização da disposição dos dados foram traçados dois “biplots” ao invés de um “triplot” – a) parcelas e variáveis ambientais; b) espécies dominantes e variáveis ambientais.

A importância de *Trachelomonas volvocina* em lagos de inundação também foi observada na planície de inundação do rio Paraná (Oliveira & Calheiros, 2000), quando o ambiente apresentava condições de baixas concentrações de oxigênio dissolvido e altos valores de matéria orgânica e nutrientes (nitrogênio total), semelhante ao registrado no presente estudo. Este grupo é oportunista vivendo em ambientes com baixas quantidades de oxigênio dissolvido (*Id.*, *Ibid.*).

*Euglena acus* foi encontrada somente no ponto 3. Esta é resistente às altas demandas bioquímicas de oxigênio (DBO) (Reynolds *et al.*, 2002), é indicadora de poluição ambiental, predominando em ambientes rasos e ricos em matéria orgânica dissolvida (Wetzel, 1981). Os altos valores de condutividade encontrados para este ponto, além dos baixos valores de transparência, parecem indicar altas quantidades

de matéria orgânica neste ambiente. Tal fato, provavelmente, aumentou a DBO e diminuiu as concentrações de oxigênio dissolvido. Altos valores de DBO foram registrados para a região de amostragem do ponto 3 na seca, na superfície, representando consumo de até 74,6% do oxigênio total em estudos realizados por Brito (2006). As baixas concentrações de oxigênio promovidas, dentre outros fatores, pelos altos valores de DBO podem ter tornado as condições competitivamente favoráveis para esta espécie permitindo a sua proliferação no ambiente.

O segundo grupo formado pelas Cyanobacteria (*Pseudanabaena limnetica* e *Merismopedia warmingiana*) apresentou sua maior densidade também no ponto três, mas esta ocorreu a partir da semana 2, a substituição da *Planktothrix isoethrix* por *Trachelomonas volvocina*, parece ser, dentre outros fatores, o que permitiu a proliferação destas espécies, que segundo Reynolds *et al.* (2002) em sua classificação são tolerantes a baixa quantidade de luz (*Pseudanabaena limnetica*) e baixa quantidade de nutrientes (*Merismopedia warmingiana*). O terceiro grupo composto por Cryptophyceae, Chlorophyceae e Chrysophyceae, foi encontrado nos pontos 1, suas distribuições giram mais próximo do zero se comparadas às demais espécies, o que parece indicar que estas espécies não respondem às variações das características físicas e químicas.

O quarto grupo foi formado principalmente por Cyanobacteria pertencentes aos grupos funcionais **X<sub>1</sub>**, **Z**, **S<sub>1</sub>**. Estas espécies tiveram as suas maiores densidades nos pontos 2 e 4, sendo também encontradas nos pontos 1 e 2. Nestes pontos também foram observados os maiores valores de transparência e profundidade. A coexistência destes três grupos funcionais é um tanto contraditória, tendo em vista suas sensibilidades e tolerâncias. Enquanto o grupo **X<sub>1</sub>** é sensível à deficiência de nutrientes, o grupo **Z** é bastante tolerante à baixas concentrações de nutrientes, sendo capazes de maximizar o aproveitamento dos mesmos. Por outro lado, o grupo **Z** é sensível à deficiência de luz, enquanto que o grupo **S<sub>1</sub>** é altamente tolerante a deficiência de luz. O que se pode concluir através destas observações é que existem condições intermediárias para cada uma destas espécies que possibilita a coexistência neste ambiente. É importante destacar que o grupo funcional mais bem representado foi **X<sub>1</sub>**, o que parece indicar que os nutrientes não são limitantes no lago Catalão. Bem como, as altas densidades do grupo **Z** podem indicar que luz também não é o fator limitante.

É importante ressaltar que o padrão espacial, com a separação dos pontos em função das características físico-químicas, tornou-se relativamente distorcido nesta análise. Isto parece estar ligado, principalmente, a forte influência que as distribuições das espécies têm sobre a ordenação dos pontos. É importante destacar que o ponto três manteve-se separado dos demais. Este forte padrão de heterogeneidade espacial encontrado para o ponto três parece estar ligado a forças que incluem: 1) Indução, pelo vento e por animais, da ressuspensão de sedimentos afetando os corpos d'água 2) diferenças nas sucessões ecológicas, estas forças internas atuam com diferentes intensidades, criando habitats com diferentes características (Thomaz *et al.* 2007).

Com relação à cheia, o teste de Monte Carlo (tabela 11) indicou que os dois primeiros eixos derivados da ACC com as espécies abundantes e as variáveis ambientais são significativos. Estes dois primeiros eixos explicaram 21% da variação (tabela 12), sendo temperatura e oxigênio correlacionados positivamente com o primeiro eixo, transparência correlacionados positivamente com o segundo eixo e nitrogênio e fósforo totais, razão nitrogênio:fósforo, condutividade, razão zona de mistura e zona eufótica correlacionados negativamente com o segundo eixo (tabela 13). As espécies que apresentaram maiores correlações com os eixos da ACC estão apresentadas na tabela 14.

Tabela 11: Dados estatísticos do teste de Monte Carlo correlações espécies x variáveis ambientais para cheia/2007 – lago Catalão

Eixos	Dados reais	Dados randomizados (1000 randomizações)			
	Correlações spp x variáveis ambientais	média	mínimo	máximo	p
1	0,79	0,648	0,468	0,827	<b>0,008</b>
2	0,871	0,593	0,4	0,764	<b>0,001</b>
3	0,682	0,551	0,375	0,742	0,028

Tabela 12: Sumário dos resultados estatísticos para os 2 primeiros eixos da ACC para as 17 espécies fitoplanctônicas mais abundantes no lago Catalão (cheia/2007).

Total da variância (inércia) dos dados das espécies		1.877	
Variância nos dados das Spp		Eixo 1	Eixo 2
Auto-valores		0,127	0,1
% de variância explicada		11,7	9,2
% de explicação acumulada		11,7	20,9
Correlação de Pearson, Spp – ambiente		0,79	0,871

Tabela 13: Coeficiente de correlação "intra-set" da matriz das variáveis ambientais x eixos

<b>Variáveis</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
Oxigênio dissolvido	<b>0.741</b>	-0.14
Condutividade	-0.215	<b>-0.715</b>
Temperatura	<b>0.533</b>	0.062
Profundidade	-0.042	0.174
Transparência	0.052	<b>0.507</b>
Razão Zona de Mistura e Zona Eufótica	-0.033	<b>-0.611</b>
Nitrogênio total (NT)	-0.127	<b>-0.621</b>
Fósforo total (PT)	0	<b>-0.385</b>
Razão NT:PT	-0.063	<b>-0.464</b>

Tabela 14: Coeficiente de correlação da matriz das espécies x eixos

<b>Espécies</b>	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
<i>Synechocystis aquatilis</i>	-0.241	0.07
Chroococcaceae	<b>-0.841</b>	0.106
<i>Synechocystis aquatilis</i> (divisão)	<b>0.418</b>	0.139
<i>Gloeocapsa cf. siderochlamys</i>	<b>-0.806</b>	0.306
<i>Synechococcus elongatus</i>	0.058	-0.012
<i>Planktolyngbya minor</i>	<b>-0.406</b>	-0.363
<i>Monoraphidium circinale</i>	<b>0.421</b>	-0.332
<i>Chromulina</i> sp1	<b>0.523</b>	0.276
<i>Romeria</i> spp	-0.235	-0.308
<i>Sphaleromantis cf. ochracea</i>	<b>0.455</b>	0.124
<i>Synechococcus elegans</i>	-0.396	0.295
<i>Synechococcus mundulus</i>	0.136	-0.292
<i>Rabdogloea smithii</i>	-0.004	<b>-0.555</b>
<i>Monoraphidium contortum</i>	0.264	-0.303
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	0.365	0.65
<i>Chroococcus minutum</i>	0.03	0.284
<i>Cf. Ankistrodesmus</i>	-0.39	<b>0.494</b>

Os resultados derivados da ACC (figura 14) para cheia mostraram que a primeira semana foi caracterizada por maiores densidades de Cryptophyceae (*Cryptomonas pyrenoidifera*), Chrysophyceae (*Chromulina* sp1) e Cyanobacteria (*Synechocystis aquatilis* – em divisão). De acordo com a ACC, esta semana também apresentou os maiores valores de transparência, temperatura e oxigênio dissolvido e os menores valores de condutividade, razão zona de mistura/ zona eufótica, nitrogênio total. Nesta primeira semana amostrada, existia uma maior influência do aporte de água do rio Negro.

As Cryptophyceae são bastante tolerantes às baixas intensidades de luz, sendo encontradas, principalmente, em ambientes enriquecidos e com valores de transparência relativamente baixos, são também oportunistas no sentido que

ocupam nichos recém-abertos em função de perturbações (Reynolds *et al.*, 2002) , e neste caso, turbulências causadas pela entrada do rio Solimões. Os resultados relatados por Zalocar de Domitrovic (2002 e 2003), baseados em estudos na Bacia do rio Paraguai e Paraná e os deste trabalho para a cheia mostram as maiores densidades de Cryptophyceae para ambientes com maiores valores de transparências, apesar de sua tolerância a baixas intensidades de luminosidade. Por outro lado, Nabout *et al.* (2006), em estudos realizados na planície do rio Araguaia relatou que a maior densidade de Cryptophyceae foi observada nos ambientes com menor transparência.

Com relação à Chrysophyceae (*Chromulina* sp1) esta espécie pertence ao grupo funcional  $X_3$  (Reynolds *et al.*, 2002), sensível a fortes eventos de mistura. Foi observada, principalmente, na primeira semana de amostragem, onde também foram observados os menores valores da razão zona de mistura/ zona eufótica. Uma das razões para que este período tivesse menores valores de zona de mistura, parece ser a menor influência do fluxo dos rios adjacentes neste período, sendo esta quase que somente do rio Negro o que diminui consideravelmente amplitude dos eventos de mistura. A Cyanobacteria (*Synechocystis aquatilis* – em divisão), pertencente ao grupo funcional  $X_1$  (Reynolds *et al.*, 2002), é tolerante à estratificação da coluna d'água, portanto as condições que o ambiente apresentava na primeira semana pareciam ser adequadas para o crescimento desta espécie.

As Cyanobacteria (*Gloeocapsa* cf. *siderochlamys*, Chroococaceae e *Synechococcus elegans*) apresentaram as maiores densidade, principalmente, na semana 2, onde foram observados baixos valores de temperatura, oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo totais e condutividade elétrica e valores relativamente altos de transparência. Estas condições parecem ser adequadas para o crescimento destas espécies que fazem parte do grupo funcional  $Z$ , que segundo Reynolds *et al.* (2002), é tolerante às baixas quantidades de nutrientes, mas, necessita de condições favoráveis de luz.

A distribuição das associações dos grupos funcionais  $X_1$  (*Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium circinale*, *Chroococcus minutum*, *Synechocystis aquatilis*),  $X_3$  (*Sphaleromantis* cf. *ochracea*) e  $Z$  (*Synechococcus mundulus*, *Synechococcus elongatus*) foi observada girando em torno do zero no gráfico. A densidade destas espécies foi relativamente alta durante todo o período de amostragem na cheia. Estas espécies parecem não estar respondendo às

mudanças temporais das características físico-químicas ao longo das semanas amostradas neste período.

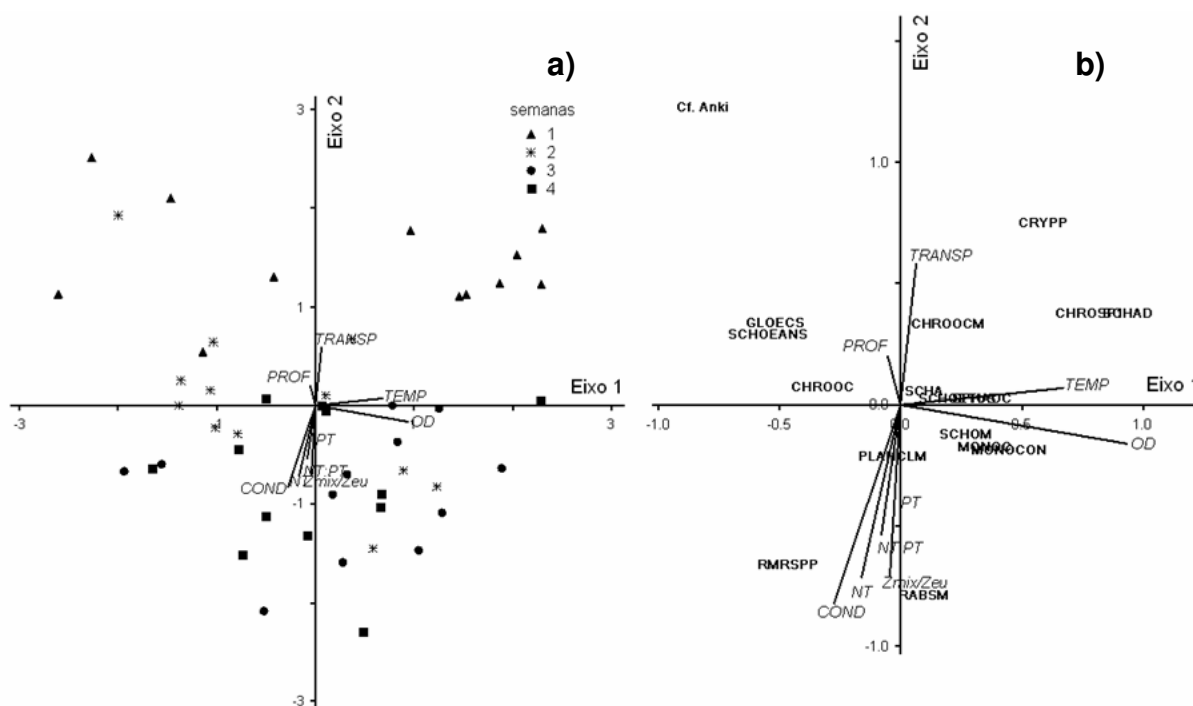


Figura 14: Análise de correspondência canônica (ACC) aplicada sobre as variáveis ambientais e densidade das espécies fitoplanctônicas dominantes (cheia/2007).

Os códigos para as espécies são: CRYPP – *Cryptomonas pyrenoidifera*; CHROSP1 – *Chromulina* sp1; SCHAD – *Synechocystis aquatilis* em divisão; SCHA – *Synechocystis aquatilis*; SCHOEANS – *Synechococcus elongatus*; SPHAOC – *Sphaleromantis ochracea*; SCHOM – *Synechococcus mundulus*; MONOC – *Monoraphidium circinale*; MONOCON – *Monoraphidium contortum*; PLANCLM – *Planktolyngbya minor*; RABSM – *Rabdoglea smithii*; RMRSP – *Romeria* spp; CHROOC – Chroococcaceae; SCHOEANS – *Synechococcus elegans*; GLOECS – *Gloeocapsa cf. syderochlamis*; CHROOCCM – *Chroococcus minutum*. Códigos para as variáveis ambientais: PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade elétrica; NT: nitrogênio total; PT: fósforo total; NT:PT: razão nitrogênio e fósforo totais. **\*Para uma melhor visualização da disposição dos dados foram traçados dois “biplots” ao invés de um “triplot” – a) parcelas e variáveis ambientais; b) espécies dominantes e variáveis ambientais.**

Por outro lado, uma associação dos grupos funcionais  $X_1$  (*Romeria* spp) e  $S$  (*Rabdoglea smithii*, *Planktolyngbya minor*) foi observada em maiores densidades nas semanas 3 e 4 que possuíam as maiores concentrações de nutrientes, condutividade elétrica e os menores valores de transparência d água se comparadas às demais semanas, devido à entrada das águas do rio Solimões trazendo com elas grande quantidade de nutrientes, matéria orgânica e sedimentos ressuspensos. Estes dois grupos funcionais são tolerantes à deficiência de luz (Reynolds *et al.*, 2002), e, portanto as condições encontradas nestes pontos parecem ser adequadas para o crescimento destas espécies.



É importante destacar que o padrão temporal que havia sido delimitado para cheia, onde foi observada a separação das semanas em função das características físico-químicas, que pode ser observada na figura 6, se estendeu às variáveis biológicas, mostrando como a influência da entrada dos rios no ambiente é decisiva na determinação do padrão da comunidade fitoplanctônica.

Na ACC realizada com os dados de seca e cheia o padrão sazonal persistiu assim como o encontrado para as características físicas e químicas (figura 15), ocorrendo a formação de dois grupos distintos de espécies. O característico de seca, *Chromulina* sp2, *Chromulina* sp6, *Chromulina* sp1, Cyanobacteria 1, *Pseudoanabaena voronichinii*, *Cryptomonas marssoni*, *Pedinomonas minutissima*, *Synura petersinii*, *Merismopedia warmingiana*, *Trachelomonas volvocina*, *Planktothrix isoethrix*. E outro característico de cheia, *Gloeocapsa cf. syderochlamis*, Chroococcaceae, *Planktolyngbya minor*, *Monoraphidium contortum*, *Synechococcus elongatus*, *Synechococcus elegans*, *Synechocystis aquatilis*.

O teste de Monte Carlo (tabela 15) indicou que os dois primeiros eixos derivados da ACC com as espécies dominantes e as variáveis ambientais para a seca e cheia são significativos e explicaram 29,1% da variação (tabela 16). Condutividade elétrica e Zmix:Zeu foram correlacionadas positivamente com o primeiro eixo, por outro lado, profundidade e transparência foram correlacionadas negativamente, temperatura e oxigênio dissolvido foram correlacionados positivamente com o segundo eixo (tabela 17). As espécies que apresentaram maiores correlações com os eixos da ACC estão apresentadas na tabela 18.

Tabela 15: Dados estatísticos do teste de Monte Carlo correlações espécies x variáveis ambientais para seca/2006 e cheia/2007 – lago Catalão

Eixos	Dados reais	Dados randomizados (1000 randomizações)			
	Correlação spp x variáveis ambientais	média	mínimo	máximo	p
1	0,868	0,341	0,221	0,511	<b>0,001</b>
2	0,491	0,319	0,19	0,565	<b>0,006</b>
3	0,624	0,339	0,163	0,512	0,001

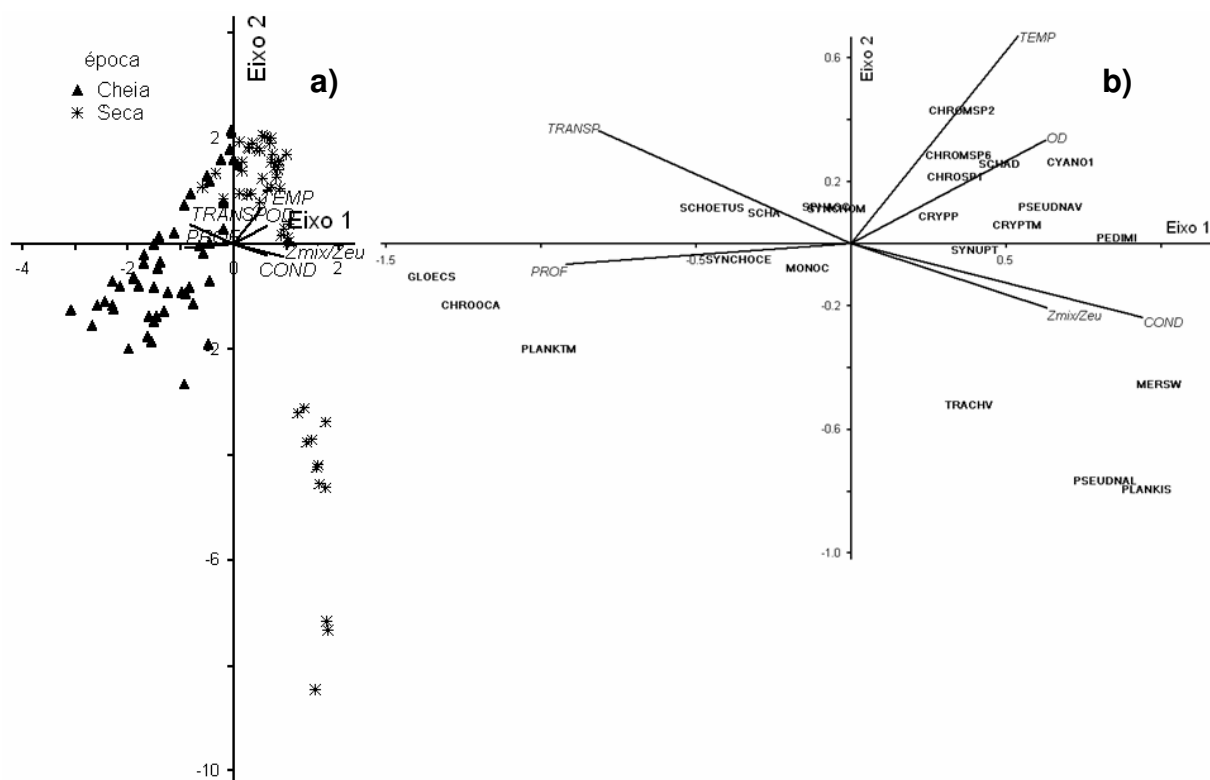


Figura 15: Análise de correspondência canônica (ACC) aplicada sobre as variáveis ambientais e densidade das espécies fitoplanctônicas dominantes para seca/2006 e cheia/2007.

Os códigos para as espécies são: CRYPP – *Cryptomonas pyrenoidifera*; CHROMSP1 – *Chromulina* sp1; CHROMSP2 – *Chromulina* sp2; CHROMSP6 – *Chromulina* sp6; SCHAD – *Synechocystis aquatilis* em divisão; SCHA – *Synechocystis aquatilis*; SCHOETUS – *Synechococcus elongatus*; SPHAOC – *Sphaleromantis ochracea*; SYNCHOM – *Synechococcus mundulus*; SYNCHOCE – *Synechococcus elegans*; PEMI – *Pedinomonas minutissima*; TRACHV – *Trachelomonas volvocina*; SYNUPT – *Merismopedia warmingiana*; PSEUDNAV – *Pseudoanabaena voronichinii*; CYANO1 – Cyanobacteria 1; MONOC – *Monoraphidium circinale*; PLANKTM – *Planktolyngbya minor*; CHROOCA – Chroococcaceae; GLOECN – *Gloeocapsa cf. syderochlamis*; Códigos Códigos para as variáveis ambientais: PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade elétrica; \*Para uma melhor visualização da disposição dos dados foram traçados dois “biplots” ao invés de um “triplot” – a) parcelas e variáveis ambientais; b) espécies dominantes e variáveis ambientais.

Tabela 16: Sumário dos resultados estatísticos para os 2 primeiros eixos da ACC para as 22 espécies mais abundantes no lago Catalão (seca/2006 e cheia/2007).

Total da variância (inércia) dos dados das espécies		
		2234
Variância nos dados das Spp	Eixo 1	Eixo 2
Auto-valores	0,306	0,05
% de variância explicada	25	4,1
% de explicação acumulada	25	29,1
Correlação de Pearson, Spp – ambiente	0,868	0,491

Tabela 17: Coeficiente de correlação "intra-set" da matriz das variáveis ambientais x eixos

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Oxigênio dissolvido	-0.269	0.032
Condutividade	-0.94	0.004
Temperatura	-0.442	0.375
Profundidade	0.902	-0.4
Transparência	0.752	0.037
Razão zona de mistura e zona de mistura	-0.726	-0.454

Tabela 18: Coeficiente de correlação da matriz das espécies x eixos

Espécies	Eixo 1	Eixo 2
<i>Synechocystis aquatilis</i>	-0.378	<b>0.651</b>
<i>Synechococcus elongatus</i>	<b>-0.454</b>	0.265
<i>Synechocystis aquatilis</i> (divisão)	<b>0.448</b>	<b>0.481</b>
Chroococcaceae	<b>-0.806</b>	-0.202
<i>Trachelomonas volvocina</i>	0.356	<b>-0.65</b>
<i>Pedinomonas minutissima</i>	<b>0.718</b>	0.081
<i>Chromulina</i> sp1	<b>0.581</b>	0.436
<i>Synechococcus mundulus</i>	-0.037	<b>0.539</b>
<i>Planktothrix isothrix</i>	0.57	<b>-0.719</b>
<i>Synura petersinii</i>	<b>0.576</b>	0.019
<i>Merismopedia warmigiana</i>	<b>0.684</b>	-0.432
<i>Sphaleromantis cf. ochracea</i>	0.181	<b>0.55</b>
<i>Cryptomonas marssoni</i>	<b>0.693</b>	0.204
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i>	<b>0.606</b>	0.134
<i>Gloeocapsa cf. siderochlamys</i>	<b>-0.737</b>	-0.175
<i>Synechococcus elegans</i>	-0.257	0.186
<i>Chromulina</i> sp2	0.407	<b>0.628</b>
<i>Chromulina</i> sp6	0.32	<b>0.584</b>
<i>Pseudoanabaena voronichinii</i>	<b>0.501</b>	0.432
<i>Planktolyngbya minor</i>	<b>-0.752</b>	-0.147
<i>Pseudoanabaena limnetica</i>	0.431	<b>-0.508</b>
Cyanophyceae 1	0.459	<b>0.475</b>
<i>Monoraphidium circinale</i>	0.003	-0.024

O primeiro agrupamento composto basicamente por Cyanobacteria dos grupos funcionais **Z** e **X<sub>1</sub>** teve suas maiores densidades observadas na cheia onde foi também observado os maiores valores de transparência da água. Por outro lado, o segundo grupo composto por espécies pertencentes aos grupos funcionais **S<sub>1</sub>**, **W<sub>2</sub>**, **L<sub>0</sub>**, **Y**, **X<sub>1</sub>**, **E** apresentaram suas maiores densidades na seca onde também foram registrados os maiores valores de temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, Zmix, Zeu. As maiores densidades do gênero *Cryptomonas* ocorreram na seca, ao contrário do que foi apresentado por Garcia de Emiliani (1981) onde

este gênero mostrou ser beneficiado pela turbulência da água e suas maiores densidades foram encontradas na cheia. Por outro lado, no lago Catalão, os baixos valores de transparência relatados para seca, devido à grande quantidade de sedimentos suspensos na coluna de água, é o que parece ter beneficiado a proliferação deste gênero, isto devido à tolerância do gênero *Cryptomonas* à baixa disponibilidade luminosa (Reynolds *et al.*, 2002).

### 3.2.2 Considerações sobre riqueza, diversidade e equitabilidade

Diversidade, riqueza e equitabilidade são atributos relativamente eficientes na caracterização da estrutura da comunidade fitoplanctônica, sendo importantes indicadores do equilíbrio da mesma. Desta forma, análise destes atributos são de fundamental importância para se inferir sobre como a comunidade responde a mudanças nas características físico-químicas do ambiente.

Os valores de riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no lago Catalão variaram entre seca e cheia (tabela 19). A diversidade apresentou valores entre 0,195 bits/ind (cheia) e 5,202 bits/ind (seca), sendo estes valores maiores do que os encontrados por Garcia de Emiliani (1983) na bacia do médio Paraná (1,22 – 3,68 bits/ind). A equitabilidade variou entre 19% (cheia) e 50% (seca) em média foi maior do que os valores encontrados na bacia do médio Paraná (*id. Ibid.*)

Tabela 19: Valores máximos, mínimos, médios, desvio padrão e coeficiente de variação para riqueza, diversidade e equitabilidade da comunidade fitoplanctônica para todo o período de estudo no lago Catalão.

<b>SECA/2006</b>					
	<b>máximo</b>	<b>mínimo</b>	<b>média</b>	<b>desvio padrão</b>	<b>coef. variação</b>
Riqueza	77	8	41	13,7	0,3
Diversidade bits/ind	4,1	0,3	2,3	1,3	0,6
Equitabilidade	0,5	0,1	0,2	0,1	0,6
<b>CHEIA/2007</b>					
	<b>máximo</b>	<b>mínimo</b>	<b>média</b>	<b>desvio padrão</b>	<b>coef. variação</b>
Riqueza	28	3	15	4,7	0,3
Diversidade bits/ind	3,6	0,2	1,1	0,5	0,5
Equitabilidade	0,5	0,1	0,1	0,1	0,6

Os dados de seca e cheia analisados juntamente não atenderam às premissas para a utilização de uma análise paramétrica, portanto, um teste não paramétrico (Mann-Whitney – test U), em nível de significância de 0,05, foi utilizado indicando a existência de diferença significativa entre seca e cheia para estes atributos (tabela 20). Com os maiores valores na seca (tabela 19). Segundo Train & Rodrigues (1997), o estresse produzido sobre as células fitoplanctônicas pela maior velocidade de corrente e pelo mecanismo de choque com as partículas suspensas na coluna d'água são alguns dos fatores que contribuem para a diminuição da diversidade no período de cheia.

Tabela 20: Teste U de Mann-Withney ( $p < 0,05$ )

<b>Teste U (Mann Withney)</b>		
<b>Seca X Cheia</b>	<b>valor de p</b>	<b>valor de U</b>
<b><i>Riqueza</i></b>	<b><math>1*10^{-6}</math></b>	77
<b><i>Diversidade</i></b>	<b><math>1*10^{-6}</math></b>	396
<b><i>Equitabilidade</i></b>	<b><math>1*10^{-6}</math></b>	421

Uma análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para se identificar a influência das variáveis físico-químicas sobre os valores de riqueza, diversidade e equitabilidade d a comunidade fitoplanctônica. Na seca os dois primeiros componentes principais explicaram 69% da variação. As variáveis correlacionadas negativamente com este eixo foram riqueza, diversidade, equitabilidade, condutividade elétrica, por outro lado, profundidade e transparência da água foram correlacionadas positivamente com este eixo. As variáveis responsáveis pela formação do segundo eixo foram temperatura, correlacionada negativamente, e razão zona de mistura zona eufótica correlacionada positivamente com este eixo (tabela 21).

Ao contrário do que foi observado por Nabout *et al.* (2006) e Train *et al.* (1997, 1998) em seus trabalhos na bacia do rio Araguaia e rio Paraná, respectivamente, em que os maiores valores de diversidade foram observados nos locais onde havia maiores valores de transparência, para o lago Catalão, ocorreu um decréscimo na diversidade com o incremento da transparência. Os maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade foram relatados para o ponto três, que apresentou os

menores valores de transparência da água, maiores valores de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e profundidade (figura 16).

Tabela 21: Correlação das variáveis limnológicas do lago Catalão com os dois primeiros componentes principais

Variáveis	SECA		CHEIA		SECA e CHEIA	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Riqueza	<b>-0,4427</b>	0,1987	-0,0314	0,2346	<b>0,3794</b>	-0,0671
Diversidade	<b>-0,4063</b>	-0,0899	-0,0467	<b>0,5216</b>	0,2673	0,3205
Equitabilidade	-0,3878	-0,0825	-0,0383	<b>0,5217</b>	0,2609	0,3254
OD	-0,2394	<b>-0,3707</b>	-0,1997	0,2003	0,1859	0,2352
COND	<b>-0,4042</b>	0,1765	<b>0,4826</b>	0,0345	<b>0,3883</b>	-0,0689
TEMP	-0,0008	<b>-0,6157</b>	<b>-0,3356</b>	0,1083	0,2281	<b>0,4102</b>
PROF	0,3804	0,2679	0,1398	0,1185	<b>-0,3749</b>	0,0328
TRANSP	<b>0,3491</b>	-0,3354	<b>-0,4339</b>	-0,1288	<b>-0,341</b>	0,3298
Zmix/Zeü	0,0361	<b>0,4623</b>	<b>0,4408</b>	0,0796	0,269	<b>-0,3449</b>
NT	-	-	0,2057	-0,2915	-	-
PT	-	-	<b>0,3967</b>	0,2525	-	-
NT:PT	-	-	0,0904	<b>-0,4025</b>	-	-

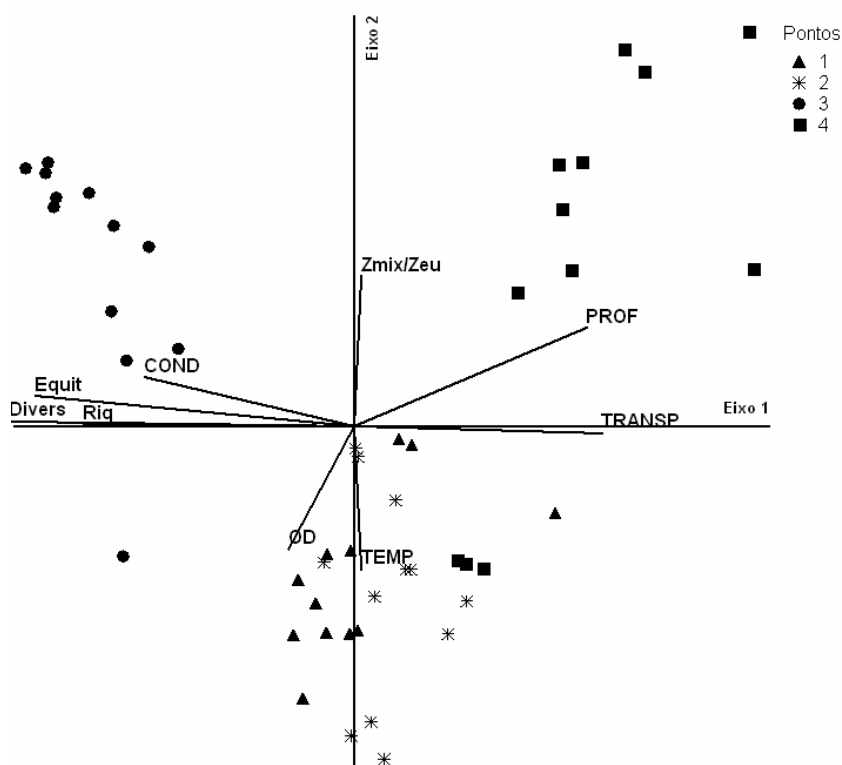


Figura 16: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais e atributos da comunidade (diversidade, riqueza, equitabilidade) na SECA.

PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeü: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade elétrica

Desta forma, o ponto três parece apresentar condições mais apropriadas para o desenvolvimento das espécies, devido à proteção vegetal que se constitui também como fonte de matéria orgânica alóctone para o ambiente. Segundo Hillebrand, *et al.* (2007) ecossistemas que possuem fontes de enriquecimento, favorecem o aumento da diversidade e riqueza da comunidade fitoplanctônica por permitir que as espécies raras tenham acesso aos novos recursos.

No entanto, é importante destacar que o aumento da diversidade e da riqueza depende de quão equitativo é o ambiente que possui disponibilidade de recursos, em princípio (*Id. Ibid.*). Se o ambiente possuir baixos valores de equitabilidade, o aumento dos recursos vai favorecer apenas àquelas espécies dominantes, no entanto se o ambiente possuir altos valores de equitabilidade o aumento do recurso vai favorecer todas as espécies, igualmente, favorecendo o aumento da riqueza e da diversidade. No caso do lago Catalão os pontos amostrados com maiores valores de condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido também apresentaram os maiores valores de equitabilidade o que favoreceu também o aumento da riqueza e diversidade.

O ponto 4 apresentou características opostas ao ponto três e também apresentou os menores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade. Enquanto que os pontos 1 e 2 apresentaram características intermediárias tanto com relação as variáveis físico-químicas quanto aos atributos da comunidade.

A mesma análise foi aplicada sobre os dados de cheia, sendo que os dois primeiros componentes principais explicaram 52% da variação total. As variáveis correlacionadas negativamente com este eixo foram oxigênio dissolvido, temperatura e transparência, por outro lado profundidade e condutividade, razão zona de mistura zona eufótica, fósforo total foram correlacionadas positivamente com este eixo. As variáveis responsáveis pela formação do segundo eixo foram riqueza, diversidade e equitabilidade correlacionada positivamente, razão nitrogênio:fósforo e nitrogênio total correlacionada negativamente com este eixo (tabela 18).

As amostras de cheia apresentaram valores de riqueza relativamente baixos, diversidade e equitabilidade. No entanto, a semana 4 mostrou estimativas mais elevadas se comparada às demais semanas (figura 17). Esta semana apresentou também os maiores valores de condutividade, fósforo total, razão zona de mistura zona eufótica, e os menores mensurações de transparência da água e temperatura. Tais características estão relacionadas, provavelmente, à entrada do rio Solimões,

que aumentou o aporte de nutrientes e a profundidade do lago, diminuindo por outro lado a transparência devido a grande quantidade de sedimentos suspensos na coluna d'água. É possível perceber que as variáveis físico-químicas que parecem afetar a riqueza, diversidade e equitabilidade neste ambiente são fósforo total e de transparência da água, pois a semana que apresentou os maiores valores de fósforo e os menores de transparência da água (semana 4) também foi a que apresentou os maior riqueza fitoplanctônica, diversidade e equitabilidade.

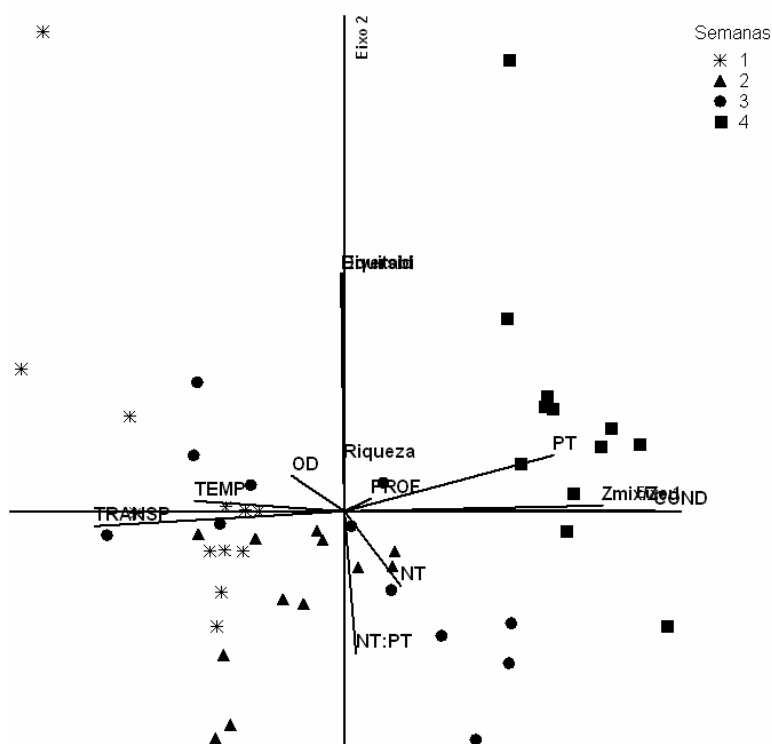


Figura 17: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais e atributos da comunidade fitoplanctônica (diversidade, riqueza, equitabilidade) na CHEIA. PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade

A semana 1 apresentou características opostas à semana quatro, com maiores valores de transparência e nitrogênio total, e menores valores de fósforo total se comparada à semana 4, e juntamente com estas características físico-químicas também apresentou menores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade. Portanto, estes atributos parecem ser afetados negativamente pelas concentrações de nitrogênio total e pelos altos valores de transparência no lago Catalão. Com relação, as semanas 2 e 3, estas apresentaram valores intermediários tanto para as variáveis físico-químicas, quanto para os atributos biológicos.



É importante ressaltar que o padrão temporal, separando as semanas em grupos distintos, foi identificado também para os atributos biológicos em função das variáveis físico-químicas na cheia. O fato da maior diferença ter sido identificada entre as semanas, mostrando que os pontos dentro de cada semana eram semelhantes pode estar relacionado com o aumento das trocas de água, sedimentos, minerais e organismos entre os compartimentos do lago e entre os diferentes habitats da planície de inundação (Neiff, 2001) que possibilita uma maior homogeneidade espacial na cheia, também chamada, segundo Thomaz, *et al.* (2007), de homogeneização da inundação.

Este fenômeno determinou como as mudanças nas características ambientais no lago Catalão foram dirigidas na cheia, sendo estas mudanças, principalmente, em função do tempo. O conjunto de pontos amostrados na semana 1 (T1) foram muito semelhantes físico, química e biologicamente. No entanto, a entrada de água dos rios adjacentes, o fluxo de nutrientes, a troca de organismos aquáticos, dentre outros fatores, ocasionou um incremento de diferença em função do tempo, tornando as características dos pontos amostrados no T1 bastantes diferentes daquelas relatadas para a semana 2 (T2) e assim sucessivamente..

Para analisar se os padrões de riqueza, diversidade e equitabilidade se mantinham, utilizou-se todos os valores de seca e de cheia em uma única ACP. Os dois primeiros componentes principais explicaram 62% da variação total (figura 18).

Os maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade foram encontrados na seca onde também foram encontrados os maiores valores de condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, razão zona de mistura:zona eufótica(tabela 18) e os menores valores de transparência.

É importante enfatizar, que apesar dos maiores valores destes atributos biológicos terem sido encontrados na seca, de acordo com Thomaz *et al.* (2007) a inundação é importante nas trocas de propágulos, nutrientes e organismos entre habitats, levando à um decréscimo inicial na beta diversidade a curto prazo, mas sendo a chave para alta riqueza de espécies a longo prazo (gama diversidade). No período de alta conectividade ocorre uma troca de informação ecológica, que promove a alta diversidade e riqueza de espécies durante o período de seca, e em longo prazo em toda a planície de inundação. Portanto, a inundação segundo Lewis Jr. *et al.* (2000) é a determinante para a alta diversidade nos sistemas rios-planícies de inundação.

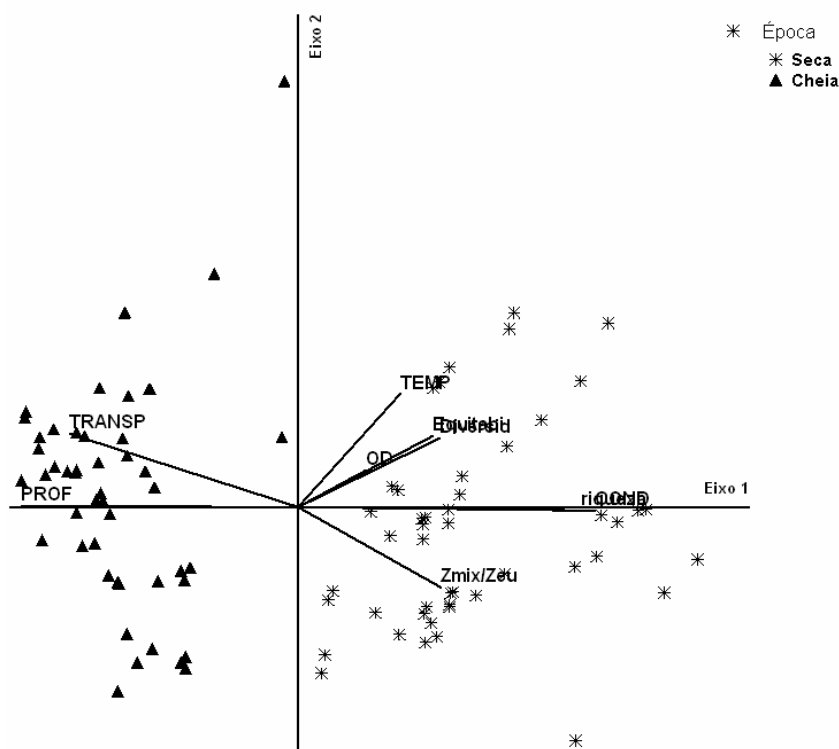


Figura 18: Análise de Componentes Principais aplicada sobre as variáveis ambientais e atributos da comunidade fitoplanctônica (diversidade, riqueza, equitabilidade) na seca e cheia. PROF: profundidade; TRANSP: transparência; TEMP: temperatura; OD: oxigênio dissolvido; Zmix/Zeu: razão zona de mistura e zona eufótica; COND: condutividade elétrica. (A época 1 refere-se à SECA e a época 2 à CHEIA)

### 3.2.3 Maior eixo linear (GALD)

As classes de tamanho não mostraram diferenças significativas entre os períodos e pontos amostrados. Os táxons nanoplanctônicos predominaram em ambos os períodos (figura 19), representado 84% da densidade total na seca, e 95% na cheia. A dominância de espécies nanoplanctônicas, em todos os períodos, também foi relatada para lagos de planície de inundação do médio rio Paraná (Garcia de Emiliani, 1983; Dervecelli, 2006).

Segundo Garcia de Emiliani (1997), a inundação tem efeito negativo na densidade populacional tanto para o nanoplâncton, quanto para o microplâncton. Este padrão foi observado também para o lago Catalão em que a seca apresentou densidades máximas de  $2 \cdot 10^7$  ind/ml para o nanoplâncton (classe I e II) e de  $1 \cdot 10^7$  ind/ml para o microplâncton (classe III e IV). Houve um decréscimo nestes valores na cheia, sendo que o nanoplâncton apresentou  $1 \cdot 10^6$  ind/ml e o microplâncton

$2 \cdot 10^5$ . A dominância pelo nanoplâncton pode ser explicada pelo fato deste grupo ser característico de ambientes lênticos, enquanto o microplâncton de ambientes lóticos (*Ibid.*)

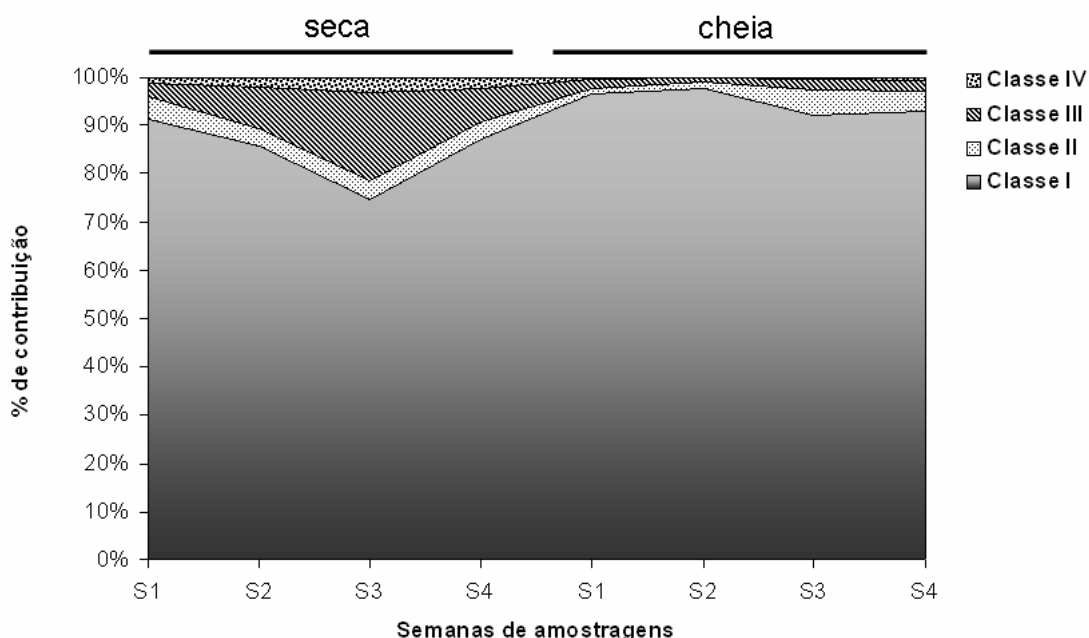


Figura 19: Variação da densidade do fitoplâncton (ind/ml) agrupado por tamanho de acordo com o GALD.

As maiores contribuições para a classe I e II foram de Cyanobacteria, Chrysophyceae e Chlorophyceae (unicelulares cocóides e formas flageladas). A classe III foi representada, principalmente, por Cryptophyceae (*Cryptomonas* spp.), enquanto que a classe IV, a menos representativa, apresentou espécies de Bacillariophyceae e Cyanobacteria filamentosas.

Ocorreu um aumento considerável no número de indivíduos representantes da classe III da segunda para a terceira semana isso se deveu principalmente, ao aparecimento de *Trachelomonas volvocina*, que substituiu *Plankthothrix isothrix* no ponto 3.

### 3.2.4 Taxa de modificação da comunidade

A taxa de modificação da comunidade (Reynolds, 1984) ou taxa de sucessão (Lewis, 1978) é a medida quantitativa das variações na composição e biomassa das espécies. Uma análise de variância ( $p < 0,05$ ) indicou a não existência de diferença significativa na taxa de modificação da comunidade entre os períodos amostrados (teste T –  $p = 0,85$ ;  $T = 0,19$ ), tendo, a seca, entretanto, apresentado valores levemente

maiores que a cheia. Na seca os valores da taxa de modificação da comunidade diminuíram em direção à quarta semana, variando entre  $0,161 \text{ dia}^{-1}$  a  $0,025 \text{ dia}^{-1}$ , com mínima registrada no intervalo da terceira para a quarta semana, período em que o lago ainda se encontrava isolado.

Neste período os maiores valores das taxas de modificação foram registrados para o ponto 3, isto pode estar ligado à substituição de *Planktothrix isothrix* por *Trachelomonas volvocina* que ocorreu no ponto três no intervalo entre a semana 1 e 2, justamente onde foi encontrado o maior valor de razão de mudança neste período.

A partir do início da cheia há um progressivo incremento na taxa de modificação da comunidade, alcançando os maiores valores de  $0,170$  no intervalo da terceira para a quarta semana. Neste período ocorreu influência dos dois rios, com o fluxo parecendo ser maior e isso pode ser a causa dos maiores valores de mudança da comunidade, a qual sofre maior pressão das mudanças ambientais neste momento.

Os baixos valores das taxas de modificação da comunidade encontrados no final da seca e no início da cheia (abaixo de  $0,1 \text{ dia}^{-1}$ ) sugerem uma grande estabilidade ambiental, relacionada com uma alta complexidade na organização da comunidade. Por outro lado, os valores, relativamente, altos relatados para o início da seca e final da cheia, podem ter ocorrido devido a uma mudança nas características físicas e químicas do lago Catalão sugerem uma variabilidade ambiental (Reynolds, 1992), indicando uma alta razão de processos biogeoquímicos característicos de ambientes tropicais (Esteves, 1998).

Zalocar de Domitrovic (2003), estudando a bacia do médio rio Paraná, e Huszar & Reynolds (1997) em estudos realizados no lago Batata – PA encontraram valores de taxa de mudança da comunidade bem maiores ( $0,3 \text{ dia}^{-1}$ ) do que os encontrados neste trabalho, sugerindo ambientes bem mais heterogêneos nestes ecossistemas. Os maiores valores de razão de mudança foram encontrados na fase de cheia em ambos os ambientes citados acima, ao contrário do encontrado neste trabalho. Indicando uma maior heterogeneidade ambiental encontrada no lago Catalão na seca, que está ligada a vários fatores, tais como, o menor fluxo da água entre os compartimentos do lago, aumento da diferença dos pontos amostrados com relação as características físicas, químicas e biológicas.

## 4. CONCLUSÕES

1. As características físico-químicas do lago Catalão foram influenciadas pela entrada de água dos rios adjacentes (Negro e Solimões) sofrendo mudanças ao longo do ciclo hidrológico.
2. Os períodos de seca e cheia apresentaram características físicas e químicas significativamente diferentes.
3. No período de seca foram constatadas diferenças marcantes entre os pontos de coletas, porém com pouca diferença entre as semanas. Já o período de cheia apresentou padrão contrário, ou seja, maiores diferenças entre as semanas, influenciadas principalmente pela substituição da entrada de água do rio Negro pela entrada maior de água do rio Solimões;
4. A distribuição vertical das características físicas e químicas foi em geral homogênea em ambos os períodos, fato associado ao padrão de circulação da massa d'água;
5. A ACC separou os períodos de seca e cheia no que se refere à estrutura da comunidade fitoplanctônica, bem como, relacionado às características físico-químicas, existindo uma forte influência do pulso de inundação sobre o comportamento destas características, e também, na distribuição da comunidade.
6. Dentro de cada período de amostragem a ACC mostrou que o maior padrão de distribuição dos organismos na seca é espacial (separação dos pontos em função da composição da comunidade), por outro lado, na cheia, este padrão é temporal (separação das semanas em função da composição da comunidade).
7. A distribuição vertical do fitoplâncton parece estar, principalmente, relacionada à mistura da coluna d'água e ao padrão de distribuição das variáveis físico-químicas, não tendo sido registrada diferença significativa entre as profundidades nos dois períodos do ciclo hidrológico analisado.
8. Os atributos da comunidade fitoplanctônica (diversidade, riqueza e equitabilidade) foram influenciados pelo pulso de inundação apresentado maiores estimativas para a seca. A influência do pulso de inundação sobre as características da água e destas sobre os atributos da comunidade fez com

esta apresentasse diferenças horizontais, dentro de cada período amostrado. Por outro lado não houve diferenças entre as semanas amostradas.

9. Os maiores valores das taxas de modificação da comunidade ocorreram para seca, no entanto, esta diferença não foi significativa.
10. O fitoplâncton do ambiente estudado apresentou a particularidade de estar composto, em sua maioria, por organismos de pequeno tamanho (nanoplâncton). Isto sugere que o pequeno tamanho destes organismos seja uma estratégia para otimizar a absorção dos nutrientes, além do nanoplâncton ser classificado como típico de ambientes lênticos.
11. Em densidade, é comum a grande contribuição do nanoplâncton e do grupo funcional **X1** devido ao rápido tempo de geração dessas algas. A análise dos dados em biomassa poderia modificar o padrão observado para a densidade.

Finalmente, os resultados deste trabalho e as conclusões acima apresentadas suportam a hipótese de que o pulso de inundação exerce um impacto na estrutura e composição da comunidade fitoplanctônica, bem como nas características físico-químicas do lago Catalão.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; FORSBERG, B. R.; VICTORIA, R. & MARTINELLI, L. A. 1986. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. *Science* 234: 1256-1258.
- BARBOSA, F. A. R.; TUNDISI, J. G. & HENRY, R. 1989. Diel variations in a shallow tropical Brazilian lake. II Primary production, photosynthetic efficiency and a chlorophyll – a content. *Archiv für Hydrobiologie* 116(4):435-448.
- BITTENCOURT, M. M. & AMADIO, S. A. 2007. Proposta para a identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões – Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazônica* 37(2):303-308.
- BRITO, J. G. 2006. *Influência do pulso de inundação sobre variáveis limnológicas de um lago de várzea da Amazônia Central, lago Catalão*. Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus: 191pp.
- BROOK, A. J. 1981 *The Biology of Desmids*. Oxford, Black. Scie. Publ. (Botanical Monographs, v.16) 276 pp.
- CARNEY, H.J., 1998 Biodiversity, conservation and global change: a algal perspective. pp. 31-42 *In: Anais do IV Congresso Latino Americano, II Reunião Ibero-Americana e VII Reunião Brasileira de Ficologia*. Caxambu, MG.
- CARVALHO, P.; BINI, L.M.; THOMAZ, S.M.; OLIVEIRA, L.G.; ROBERTSON, B.; TAVECHIO, W.L.G. & DARWICH, A.J. 2001. Comparative limnology of South American floodplain lakes and lagoons. *Acta Scientiarum*, 23, 265-273.
- DARWICH, A. J., APRILE, F. M. & ROBERTSON, B. A., 2005. Variáveis limnológicas: contribuição ao estudo espaço-temporal de águas pretas amazônicas. *In: BioTupé: Meio físico, diversidade biológica e sociocultura do Baixo Rio Negro Amazônia Central* Orgs. SANTOS-SILVA, E. N., APRILE, F. M., SCUDELLER, V. V., MELO, S. Inpa, Manaus, 246: 20 – 33.
- DAVIS, P. A.; DENT, M.; PARKER, J.; REYNOLDS, C. S. & WASLBY, A. E. 2003. The annual cycle of growth rate and biomass change in *Planktothrix* spp. in Blelham Tarn, English Lake District. *Freshwater Biology* 48:852-867.
- DAVIS, P. A. & WALSBY, A. E., 2007. Comparison of measured growth rates of calculated from rates of photosynthesis in *Planktothrix* spp. isolated from Blelham Tarn, English Lake District. *New Phytologist* 156:225-239.
- DEVERCELLI, M. 2006. Phytoplankton of the Middle Paraná River during an anomalous hydrological period: a morphological and functional approach *Hydrobiologia* (2006) 563:465–478.

- ESTEVEES, F. A.; THOMAZ, S. M. & ROLAND, R. 1994. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the Trombetas River (Pará, Brazil) based on a study of diel variation. *Amazoniana* 13:33-46.
- ESTEVEES, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência. 602pp.
- ESTEVEES, F.A. 2002. Princípios ecológicos para mitigação do impacto antrópico. In: *Lago Batata: Impacto e recuperação de um ecossistema amazônico*. (eds) BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A. & ROLAND, F. IB-UFRJ/SBL Rio de Janeiro, pp. 3 – 16.
- FASTNER, J.; NEUMANN, U.; WIRSING, B. & WECKESSER, J. 1999. Microcystins (hepatotoxic heptapeptides) in german fresh water bodies. *Environmental and Toxicology* 14:13-22.
- FISHER, T. R. 1978. Plâncton e produção primária em sistemas aquáticos da bacia da Amazônia Central. *Acta Amazônica* 8(4):43-54.
- FORSBERG, B. R.;DEVOL A. H.; RICHEY, J. E.; MARTINELLI, L. A & DOS SANTOS, H.1988. Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. *Limnology and Oceanography* 33:41-56.
- FORSBERG, B.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; MARTINELLRI, L.A; VICTORIA, L. & BONASSI, J.A. 1993. Autotrophic carbon sources for fish of the central Amazon. *Ecology*, 74(3): 643-652.
- FURCH, K. & JUNK, W. J. 1997. Physicochemical conditions in floodplains In: *The Central Amazon Floodplain: ecology of a pulsing system* (ed.) JUNK, W. J, Springer, Alemanha 39: 69 – 108 pp.
- GARCIA DE EMILIANI, M.O. 1981. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del Valle aluvial del Rio Paraná: Tramo Goya-diamante. *Revista de la Asociacion De Ciencias Naturales del Litoral.*, 12: 112-125.
- GARCIA DE EMILIANI, M.O. 1980. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná medio (“Los Matadores”, Santa Fé, Argentina). 1. Estructura y distribución em relación a factores ambientales. *Ecología* 4:127-14.
- GARCIA DE EMILIANI, M.O. & MANAVELLA, M.I.A. 1983. Fitoplancton de los principales causas y tributarios del valle aluvial del rio Paraná: Tramo Goya-diamante. III. *Revista de la Asociacion De Ciencias Naturales del Litoral*. 14: 217-237.
- GARCIA DE EMILIANI, M.O. 1997. Effects of level fluctuations on phytoplankton in a river-floodplain lake system (Paraná River, Argentina) *Hydrobiologia*. 357: 1 -15.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHNSTAD M. A. M.; 1978. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. IBP Handbook n° 8, 2° ed. Blackwell Publications, Oxford., 213p.



- GOULDING, M., BARTHEM, R. & FERREIRA, E. J. G. 2003. *The Smithsonian: Atlas of the Amazon* Princeton Editorial Associates Inc. (Copy editing) Manufactured in Hong-Kong 253pp.
- HALSTVEDT, C. B.; ROHRLACK, T.; ANDERSEN, T.; SKULBERG, O. & EDVARSEN, B. 2007. Seasonal dynamics and depth distribution of *Planktothrix* spp. In Lake Steinsfjorden (Norway) related to environmental factors *Journal of Plankton Research* 29(5): 471-482.
- HAMILTON, S. K. & LEWIS, W. M. Jr. 1987. Causes of seasonality in the chemistry of a lake on the Orinoco River floodplain, Venezuela. *Limnology and Oceanography* 32(6):1277-1290.
- HAMILTON, S. K. & LEWIS, W. M. Jr. 1990. Basin morphology in relation to chemical and ecological characteristics of lakes on the Orinoco river floodplain, Venezuela. *Archiv für Hydrobiologie*. 119:393-425.
- HILLEBRAND, H.; GRUNER, D. S.; BORER, E. T.; BRACKEN, M. E. S.; CLELAND, e. E., HARPOLE, W. S.; NGAI, J. T.; SEABLOOM, E W.; SHURIN, J. B. & SMITH, J. E. 2007. Consumer versus resource control of producer diversity depends on ecosystem type and producer community structure. *PNAS*. 104:10904-10909.
- HUSZAR, V.L.M. 1994. *Fitoplâncton de um Lago Amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais temporais*. Tese. Universidade Federal de São Carlos: São Carlos: 219pp.
- HUSZAR, V. L. M. & REYNOLDS, C. S. 1997. Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Pará, Brasil): response to gradual environment change. *Hydrobiologia* 346:169-181.
- HUSZAR, V.L.M. & GIANI, A. 2004. Amostragem da comunidade fitoplanctônica em águas continentais: reconhecimento de padrões espaciais e temporais. In: Bicudo e Bicudo (orgs.), *Amostragem em Limnologia*. 133-147pp.
- HUTCHINSON, G.E. 1967. *A treatise on limnology*. V.2; Introduction to lake biology and the limnoplankton. New York, John Willey. 1115pp.
- IBAÑEZ, M.S.R. 1997. Phytoplankton biomass of a central Amazonian flood-plain lake *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26: 605-609.
- IBAÑEZ, M. S. R. 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. *Hidrobiologia* 362: 79-83.
- JONGMAN, R. H. G., TER BRAAK, C. J. F. & VAN TONGEREN, O. F. R. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge 321pp.

- JUNK, W. J. & FURCH, K. 1980. Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés na bacia Amazônica e nas áreas adjacentes. I. Trecho Cuiabá – Porto Velho - Manaus. *Acta Amazonica* 10(3): 611-633.
- JUNK, W. J., BAYLEY, P. B. & SPARKS, R. E. 1989. The Flood Pulse Concept in River – Floodplain Systems. In D. p. Dodge ed. *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 110 – 127.
- LEITE R.G.; ARAUJO-LIMA C.A.R.M.; VICTORIA R.L. & MARTINELLI L. A. 2002. Stable isotope analysis of energy sources for larvae of eight fish species from the Amazon floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*: 11: 56–63. Blackwell Munksgaard.
- LEWIS JR., W. M. 1978. Analysis of succession in a tropical phytoplankton community and a new measure of succession rate. *American Naturalist* 112: 401–414.
- LEWIS, JR., W. M.; HAMILTON, S. K.; LASI, M. A.; RODRÍGUEZ, M. & SAUNDERS, J. F. III, 2000. Ecological determinism on the Orinoco floodplain. *BioScience* 50:681–692.
- LUND, J. W. G.; KIPLING, C. & LE CREN, D. 1958, The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia* 11: 143-170.
- MACINTYRE, S. & MELACK, J. M 1984. Vertical mixing in Amazon floodplain lakes. *Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie* 22: 1283-1287.
- MACINTYRE, S. & MELACK. J. M. 1988. Frequency and depth of vertical mixing in an Amazon floodplain lake (L. Calado, Brazil). *Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie* 23: 80-85.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J. 1997. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 3.0. MjM software, Gleneden Beach, Oregon.
- MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological Diversid and its Mensurement *CROOM HELM, longo*. 179 pp.
- MARGALEF, R. 1958. Temporal Sucession and Spatial Heterogeneity in phytoplankton. In Buzzati-Travieso, A.A., (ed), *Perspective in marine biology*. Univ. California Press, Berkeley, pp. 329-349.
- MELACK, J.M. & FORSBERG, B.R. 2001. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated wetalands. In: McClain, M.E.; Victoria, R.L. and J.E. Richey (eds.) *The biogeochemistry of the Amazon Basin*. Oxford University Press, Oxford 235-274pp.

- MELO, S. 1996. *Influência do ciclo hidrológico sobre as variações nictemerais do Fitoplâncton de um Lago Amazônico (Lago Batata, Pará, Brasil)*. Dissertação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 61pp.
- MELO, S. & HUSZAR, V.L. 2000. Phytoplankton in a Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): Diel variation and species strategies. *Journal Plankton Research*. 22(1):63-76.
- MELO, S.; HUSZAR, V. L. M.; ROLAND, F.; ESTEVES, F. A. & BOZELLI, R. 2004. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata lake and Mussurá lake, Pará, Brasil) with different mixing regimes. *Amazoniana*, 18 (1-2): 1-10.
- NABOUT J. C. 2006. Variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica do lago dos Tigres, Goiás. Dissertação. Universidade Federal de Goiás, Goiânia: 111pp.
- 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 Plankton Research*. 28 (2): 181–193.
- NASELLI-FLORES, L. 2000. Phytoplankton assemblages in twenty-one Sicilian reservoirs: relationships between species composition and environmental factors *Hydrobiologia* 424: 1–11, 2000.
- NEIFF, J.J. 1990. Ideas for the ecological interpretation of the Paraná River. *Interciencia*, 15(6): 424-441.
- NEIFF, J. J. 2001. Diversity in some tropical wetland systems of South America. 19p. (<http://www.neiff.com.ar/downloads/5rtf>) Acesso: 25/01/2006.
- O'FARRELL, I.; SINISTRO, R.; IZAGUIRRE, I & UNREIN F. 2003. Do steady state assemblages occur in shallow lentic environments from wetlands? *Hydrobiologia* 502: 197–209.
- ODUM, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.
- OKADA, E. K.; AGOSTINHO, A. A; PETRERE JR, M & PENCZAK, T. 2003. Factors affecting fish diversity and abundance in drying ponds and lagoons in the Upper Paraná River basin, Brazil. *Ecohydrology & Hydrobiology* 3: 97–110.
- OKSANEN, J., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, B. & STEVENS, M. H. H. (2007). vegan: Community Ecology Package. R package version 1.8-8. <http://cran.r-project.org/>, <http://r-forge.r-project.org/projects/vegan/>.
- OLIVEIRA, M.D & CALHEIROS, D.F., 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. *Hidrobiologia*, 427: 101-112.

- 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* Univ. of Cambridge – USA p. 261- 315.
- PAGIORO, T. A; ROBERTO, M. C. & LANSAC-TÔHA, F. A, 1997. Comparative limnological analysis of two lagoons on the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *International Journal of Environmental Sciences* 23: 229–239.
- PEÑA, G. V. 1989. *Variações diurnas de parâmetros limnológicos em quatro lagos da planície da Amazônia Central (AM), Brasil*. Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 164pp.
- PHILIPOSE, M. T. 1967. *Chlorococcales* ICAR India 365pp.
- PIELOU, J. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 13: 131–144.
- PINILLA, G. A. 2006 Vertical distribution of phytoplankton in a clear water lake of Colombian Amazon (Lake Boa, Middle Caquetá ) *Hydrobiologia*. 568:79–90.
- REYNOLDS, C.S. 1984. Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biology* 14: 111-142.
- REYNOLDS, C.S. 1988. The concept of ecological succession applied to seasonal periodicity of freshwater phytoplankton. *Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie* 23: 683-691.
- REYNOLDS, C. S., 1992. Dynamics, selection and composition of phytoplankton in relation to vertical structure in lakes. *Archiv für Hydrobiologie* 35: 13–31.
- REYNOLDS, C.S; HUSZAR, V. L. M.; KRUK, C.; FLORES-NASELLI, L. & MELO, S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of plankton research*, 24(5): 417-428.
- RIBEIRO, J. S. B. 1978. *Fatores ecológicos produção primária e fitoplâncton em cinco lagos da Amazônia Central. Estudo Preliminar*. Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus: 143pp.
- RICHERSON, P.; ARMSTRONG, R. & GOLDMAN, C.R. 1970. Contemporaneous disequilibrium, a new hypothesis to explain the “Paradox of Plankton” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 67: 1710-1714.
- RODRIGUES, L.C.; TRAIN,S.; ROBERTO, M.C. & PAGIORO, T.A. 2002. Seasonal fluctuation of some limnological variables on a floodplain lake (Patos lagoon) of the Upper Paraná River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 45(4): 499-513.

- RODRIGUES, M. S. 1994. *Biomassa e Produção fitoplanctônica do lago Camaleão (Ilha de Machantaria, Amazonas)*. Tese. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus: 194pp.
- ROUND, F. E. 1973. *The biology of the algae*. 2<sup>a</sup> ed. Edward Arold Ltda. 216pp.
- SANCHEZ, L. & VASQUEZ, E. 1989. Hydrochemistry and phytoplankton of a major blackwater river (Caroni) and a hydroelectric reservoir (Macagua) Venezuela. *Archiv für Hydrobiologie suppl.*, 33: 303-313
- SANCHEZ, L. 1992. *Etude du phytoplankton des lacs d'inondation du bas Orénoque: relations avec les facteurs du milieu*. Tese L'Univ. Paul Sabatier, Toulouse 227pp.
- SCHMIDT, G. W. 1973. Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters. III. Primary production of phytoplankton in a tropical flood plain lake of central Amazonia, Lago do Castanho, Amazonas, Brasil. *Amazoniana* 4:379-404.
- SCHMIDT, G.W. & UHERKOVICH, G. 1973 Zur Artenfülle des Phytoplankton in Amazonien. *Amazoniana* 4: 243-252.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana Illinois Univ. Press. 177pp.
- SHRIMPTON, R. & GIUGLIANO, R. 1979. Consumo de alimentos e alguns nutrientes em Manaus, Amazonas 1973-74. *Acta Amazonica* 9: 117-141.
- SIEBURTH, J. M. C. N.; SMETACEK, V. & LENZ, J. 1978. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions *Limnology and Oceanography*, 23, 1256–1263.
- SILVA, L. H. S. 1995. *Variabilidade temporal na estrutura da comunidade fitoplanctônica de um reservatório eutrófico – lago Monte Alegre, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil*. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 141pp.
- SIOLI, H. 1950. Das Wassern in Amazonasgebiet. *Fosch, Fortschr.*, 26 (21-22): 274-280.
- SIOLI, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: H. SIOLI (ed.) *The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical and its Basin*. Monogr. Biol. 56. Dr. W. Junk Publ., The Hague, Netherlands. pp. 127-165.
- THOMAZ, S.M.; ROBERTO, M.C. & BINI, L.M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.) *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, UEM-NUPELIA, 73 -102 pp.

- THOMAZ, S. M., BINI, L. M. & BOZELLI, R. L. 2007. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems *Hydrobiologia* 579:1–13
- TILMAN, D. 1982. Resource competition and community structure. *Princeton, Princeton Univ. Press.* 269pp.
- TRAIN, S. & RODRIGUES, L. C., 1997. Distribuição espaço temporal da comunidade fitoplanctônica. 105 – 115, *In: VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. (Eds.), A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.* EDUEM, UEM-NUPELIA. 105 – 115 pp.
- TRAIN, S. & RODRIGUES, L. C. 1998. Temporal fluctuations of the phytoplankton community of the Baia River in the upper Paraná River floodplain, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Hydrobiologia* 361:125-134.
- TUNDISI, J. G.; FORSBERG, B. R.; DEVOL, A. H.; ZARET, T. M.; TUNDISI, T. M. SANTOS, A.; RIBEIRO, J. S. & HARDY, E. R. 1984. Mixing patterns in Amazon Lakes. *Hydrobiologia* 108: 3-15.
- UELINGER, V. 1964. Étude statistique des methodes de denombrement planctonique. *Archives Sciences* 17 (2): 121-223.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quatitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, 9:1-38.
- VALE, J.D. 2003. *Composição e abundância da ictiofauna na área do Catalão, Amazônia Central.* Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Manaus: 59pp.
- VAN DEN HOEK, C.; MANN, D.G. & JAHNS, H.M. 1995. *Algae: A introduction to phycology.* Cambridge Univ. Press, 627pp.
- WASMUND, N. 1991. Microautoradiographic determination of the viability of algae in deep sediment layers. *Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie* 24:3050.
- WETZEL, R. G. 1981. *Limnologia* - Ediciones Omega, Barcelona: 677 pp.
- ZALOCAR de DOMITROVIC, Y. 2002. Structure and variation of the Paraguai River phytoplankton periods of its hydrological cycle. *Hydrobiologia.* 472:177-196.
- ZALOCAR de DOMITROVIC, Y. 2003. Effect of Fluctuations in Water Level onPhytoplankton Development in Three Lakes of the Paraná River Floodplain (Argentina). *Hydrobiologia.* 510: 175-193.
- ZAR, J. H., 1974. *Biostatistical Analysis.* Englewood Cliffs: Prentice Hall. 620 pp.

## 6. ANEXO

Anexo A – Táxons registrados nos diferentes períodos de coleta, tipos de talos, grupos funcionais, GALD classe de tamanho e categoria de tamanho. Bacill – Bacillariophyceae; Chloro – Chlorophyceae; Chryso – Chrysophyceae; Cyano – Cyanobacteria; Crypto – Cryptophyceae; Dino: Dinophyceae; Eugle – Euglenophyceae; Raphi – Raphidophyceae; Xanto: Xantophyceae; Zygne – Zygnemaphyceae. **N.E. – Não encontrado.**

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Apahnocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst	Ciano	Colonial	K	26,3	III	microplâncton		X
<i>Apahnocapsa nubilum</i> Komarék	Ciano	Colonial	K	56	IV	microplâncton		X
<i>Aphanothece caldariorum</i>	Ciano	Colonial	X1	12,2	II	Nanoplâncton		X
Chroococcaceae	Ciano	Unicelular	X1	5	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Chroococcus minutus</i> Nägeli	Ciano	Unicelular	X1	2,5	I	Nanoplâncton		X
Cyanophyceae 1	Ciano	Unicelular	X1	13	II	Nanoplâncton	X	X
Cyanophyceae 2	Ciano	Unicelular	X1	11,4	II	Nanoplâncton	X	
Cyanophyceae 3	Ciano	Unicelular	X1	15,2	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Gloeocapsa cf. siderochlamys</i> (Skuja) Starmach	Ciano	Colonial	N.E.	8,7	I	Nanoplâncton	X	
<i>Limnothrix cf. mirabilis</i> Hidak & Trifonova	Ciano	Filamento	N.E.	65	IV	microplâncton		X
<i>Limnothrix hipolyminica</i> (Bocher)	Ciano	Filamento	N.E.	33,7	III	microplâncton	X	X
Anagnostidis	Ciano	Filamento	N.E.	33,7	III	microplâncton	X	X
<i>Merismopedia hyalina</i> (Ehrenberg) Kützing	Ciano	Colonial	LO	5	I	Nanoplâncton	X	
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	Ciano	Colonial	LO	12,8	II	Nanoplâncton	X	
<i>Merismopedia warmingiana</i> Lagerheim	Ciano	Colonial	LO	4	I	Nanoplâncton	X	
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	Ciano	Colonial	LM	32	III	microplâncton	X	
<i>Microcystis</i> sp1	Ciano	Colonial	LM	22	III	microplâncton	X	
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	ciano	Filamento	S	26	III	microplâncton	X	X
<i>Oscillatoria</i> spp.	ciano	Filamento	S	32	III	microplâncton	X	

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Planktolyngbya minor</i> (Geitler & Rutner) Komarék & Cronberg	Ciano	Filamento	S	15	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Planktothrix isoethrix</i> (Bory ex Gomont) Anagn. & Komarék	Ciano	Filamento	S	8,5	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Pseudoanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komarék	Ciano	Filamento	S	20	III	microplâncton	X	X
<i>Pseudoanabaena voronichinii</i> Lauterborn	Ciano	Filamento	S	12,5	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Rabdogloea linearis</i> (Geitler) Komarék	Ciano	Colonial	S	7,6	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Rabdogloea smithii</i> Komarék	Ciano	Colonial	S	10,8	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Romeria</i> spp.	Ciano	Filamento	X1	18,7	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Synechococcus elegans</i> (Wolosz.) Komarék	Ciano	Colonial	X1	1,25/2,5	I	Nanoplâncton		X
<i>Synechococcus elongatus</i> Nägeli	Ciano	Unicelular	X1	6	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Synechococcus lividus</i> Copeland	Ciano	Colonial	X1	3,8 /7,6	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Synechococcus mundulus</i> Skuja	Ciano	Unicelular	X1	6 ou 12	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Synechococystis aquatilis</i> Sauv.	Ciano	Unicelular	X1	3 ou 6	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Synechocystis aquatilis</i> (em divisão)	Ciano	Unicelular	X1	3 ou 12	I	Nanoplâncton	X	X
Dinophyceae	Dino	Unicelular	LO	19	II	Nanoplâncton		
<i>Durinskia</i> cf. <i>baltica</i> (Levander) Cart & Cox	Dino	Unicelular	LO	30	III	microplâncton	X	
<i>Durinskia</i> sp1	Dino	Unicelular	LO	23	III	microplâncton	X	
<i>Gymnodinium</i> sp1	Dino	Unicelular	LO	30	III	microplâncton	X	
<i>Gymnodinium</i> sp2	Dino	Unicelular	LO	23	III	microplâncton	X	X
<i>Gymnodinium</i> sp3	Dino	Unicelular	LO	24,3	III	microplâncton	X	X
Chryptophyceae (estado palmelóide)	Crypto	Unicelular	Y	11	II	Nanoplâncton	X	
<i>Cryptomonas curvata</i> (menor) Ehrenberg	Crypto	Unicelular	Y	20	III	microplâncton	X	
<i>Cryptomonas curvata</i> (maior) Ehrenberg	Crypto	Unicelular	Y	45,1	III	microplâncton	X	X
<i>Cryptomonas marssoni</i> Skuja	Crypto	Unicelular	Y	23,2	III	microplâncton	X	X
<i>Cryptomonas obovata</i> Skuja	Crypto	Unicelular	Y	23,1	III	microplâncton	X	X
<i>Cryptomonas phaseolus</i> Skuja	Crypto	Unicelular	Y	15,2	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Cryptomonas pyrenoidifera</i> Geitler	Crypto	Unicelular	Y	25,2	III	microplâncton	X	



## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Cryptomonas</i> sp1	Crypto	Unicelular	Y	6,75	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Cryptomonas</i> sp2	Crypto	Unicelular	Y	11	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Cryptomonas</i> sp3	Crypto	Unicelular	Y	9,7	I	Nanoplâncton	X	
<i>Chromulina</i> cf. <i>obeonica</i> Scherfel	Chryso	Unicelular	X3	2,5	I	Nanoplâncton		X
<i>Chromulina</i> sp1	Chryso	Unicelular	X3	3,3	I	Nanoplâncton		X
<i>Chromulina</i> sp2	Chryso	Unicelular	X3	5,1	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Chromulina</i> sp3	Chryso	Unicelular	X3	6,6	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Chromulina</i> sp4	Chryso	Unicelular	X3	6,3	I	Nanoplâncton	X	
<i>Chromulina</i> sp5	Chryso	Unicelular	X3	6,2	I	Nanoplâncton	X	
<i>Chromulina</i> sp6	Chryso	Unicelular	X3	8,1	I	Nanoplâncton	X	
Chrysophyceae 1	Chryso	Unicelular	X3	13	II	Nanoplâncton	X	X
Chrysophyceae 2	Chryso	Unicelular	X3	17,5	II	Nanoplâncton	X	
Chrysophyceae 3	Chryso	Unicelular	X3	16	II	Nanoplâncton	X	
<i>Dinobryon petiolatum</i> Willén	Chryso	Unicelular	X3	24	III	microplâncton	X	X
<i>Gonium multicoccum</i> Pocock	Chryso	Unicelular	W	80	IV	microplâncton	X	X
<i>Mallomonas</i> cf. <i>tonsurata</i> Teiling	Chryso	Unicelular	E	12,5	II	Nanoplâncton	X	
<i>Mallomonas</i> sp1	Chryso	Unicelular	E	11	II	Nanoplâncton		X
<i>Mallomonas</i> sp2	Chryso	Unicelular	E	15	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Sphaleromantis</i> cf. <i>ochraceae</i> (Ehrenberg) Pascher	Chryso	Unicelular	X3	9,5	I	Nanoplâncton	X	
<i>Sphaleromantis</i> cf. <i>zelinkae</i> Marvan	Chryso	Unicelular	X3	10	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Synura curtispina</i> (Petersenen & Hansen) Asmund	Chryso	Colonial	E	25,2	III	microplâncton	X	
<i>Synura petersinii</i> (Petersenen & Hansen) Korsikov	Chryso	Colonial	E	23,3	III	microplâncton	X	
<i>Synura uvella</i> (Ehrenberg) Stein	Chryso	Colonial	E	24	III	microplâncton	X	X
<i>Centrtractus belenophorus</i> Lemmermann	Xanto	Unicelular	J	27	III	microplâncton		X
<i>Goniochloris</i> cf. <i>spinosa</i> Pascher	Xanto	Unicelular	J	17,5	II	Nanoplâncton		X
<i>Tetraplenktron torsun</i> (Skula) Dedusenko Scegoleva	Xanto	Unicelular	J	46	III	microplâncton	X	X

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	Bacill	Filamento	P	50	IV	microplâncton	X	X
<i>Aulacoseira herzogii</i> (Lemmermannn) Simonsen	Bacill	Filamento	P	51	IV	microplâncton	X	
<i>Aulacoseira</i> sp. Bacillariophyta	Bacill	Filamento	P	51	IV	microplâncton	X	X
Diatomaceae 1	Bacill	Unicelular	P	53	IV	microplâncton	X	
Diatomaceae 2	Bacill	Unicelular	P	20	III	microplâncton	X	X
Diatomaceae 3	Bacill	Unicelular	P	20	III	microplâncton	X	
Diatomaceae 4	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	
<i>Eunotia paludosa</i> Grunow	Bacill	Unicelular	P	20	III	microplâncton	X	
<i>Eunotia</i> sp1	Bacill	Unicelular	P	25	III	microplâncton	X	
<i>Eunotia</i> sp2	Bacill	Unicelular	P	25	III	microplâncton	X	
<i>Fragilaria lanceolata</i> Reichardt	Bacill	Unicelular	P	25	IV	microplâncton	X	
<i>Fragilaria</i> sp1	Bacill	Unicelular	P	20	IV	microplâncton	X	X
<i>Fragilaria</i> sp2	Bacill	Unicelular	P	25	IV	microplâncton	X	
<i>Gomphonema</i> sp	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	X
Naviculaceae	Bacill	Unicelular	P	25	III	microplâncton	X	
<i>Nitzschia</i> spp.	Bacill	Unicelular	D	25	III	microplâncton	X	X
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützinger) Mayer	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	X
<i>Pinnularia divergens</i> Smith	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	
<i>Pinnularia hyalina</i>	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	
<i>Pinnularia</i> spp.	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	
<i>Pinnularia subgibba</i> Krammer	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	X
<i>Stephanodiscus</i> sp.	Bacill	Unicelular	P	50	IV	microplâncton	X	
<i>Surirella</i> spp	Bacill	Unicelular	P	35	III	microplâncton	X	
<i>Synedra</i> sp.	Bacill	Unicelular	P	10	II	Nanoplâncton	X	
<i>Urosolenia eriensis</i> (Smith) Round & Crawford	Bacill	Unicelular	A	50	IV	microplâncton	X	
<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	Eugle	Unicelular	W	60	IV	microplâncton	X	
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarida	Eugle	Unicelular	W	48	III	microplâncton	X	

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Euglena splendens</i> Dangeard	Eugle	Unicelular	W	56	IV	microplâncton	X	
<i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg	Eugle	Unicelular	W	70	IV	microplâncton	X	X
<i>Euglena variabilis</i> Klebs	Eugle	Unicelular	W	27	III	microplâncton	X	
<i>Lepocinclis caudata</i> Da Cunha	Eugle	Unicelular	W	42	III	microplâncton		X
<i>Lepocinclis ovum</i> (maior) (Huber-Pest) Conrad.	Eugle	Unicelular	W	25	III	microplâncton	X	X
<i>Lepocinclis ovum</i> (menor) (Huber-Pest) Conrad.	Eugle	Unicelular	W	14	II	Nanoplâncton	X	
<i>Phacus caudatus</i> Hubner	Eugle	Unicelular	W	31	III	microplâncton	X	X
<i>Phacus horridus</i> Pochm.	Eugle	Unicelular	W	30	III	microplâncton	X	X
<i>Phacus longicauda</i> Ehrenberg	Eugle	Unicelular	W	80	IV	microplâncton		X
<i>Phacus</i> sp1	Eugle	Unicelular	W	22	III	microplâncton	X	
<i>Phacus</i> sp2	Eugle	Unicelular	W	19	II	Nanoplâncton	X	
<i>Phacus</i> sp3	Eugle	Unicelular	W	21,3	III	microplâncton	X	
<i>Strombomonas confortii</i> Zaloc.	Eugle	Unicelular	W	58	IV	microplâncton	X	
<i>Strombomonas costata</i> Defl.	Eugle	Unicelular	W	59	IV	microplâncton	X	
<i>Strombomonas ensifera</i> Daday	Eugle	Unicelular	W	65	IV	microplâncton	X	
<i>Strombomonas fluviatilis</i> Lemmermann	Eugle	Unicelular	W	28	III	microplâncton	X	
<i>Strombomonas urceolata</i> (Stokes) Defl.	Eugle	Unicelular	W	36	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) Stein	Eugle	Unicelular	W	50	IV	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas curta</i> Da Cunha & Defl.	Eugle	Unicelular	W	18	II	Nanoplâncton	X	
<i>Trachelomonas hexangulata</i> (Swir.) Playfair	Eugle	Unicelular	W	26	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas hispida</i> I(Perty) Stein & Defl.	Eugle	Unicelular	W	23	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas kellogii</i> Skv. & Defl.	Eugle	Unicelular	W	34	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas pseudobulla</i> Swir	Eugle	Unicelular	W	24	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas sydneyensis</i> Playfair	Eugle	Unicelular	W	22	III	microplâncton	X	

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Trachelomonas</i> sp1	Eugle	Unicelular	W	15,7	II	Nanoplâncton	X	
<i>Trachelomonas</i> sp2	Eugle	Unicelular	W	21	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas</i> sp3	Eugle	Unicelular	W	22,5	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas</i> sp4	Eugle	Unicelular	W	20	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas</i> sp5	Eugle	Unicelular	W	21,3	III	microplâncton	X	
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	Eugle	Unicelular	W	22,3	III	microplâncton	X	
<i>Gonyostomum</i> sp.	Raphy	Colonial	Q	34,2	III	microplâncton		
<i>Gonyostomun</i> cf. <i>semem</i> (Ehrenberg)	Raphy	Colonial	Q	52	IV	microplâncton	X	
<i>Diesing</i>	Zigne	Filamento	P	18	II	Nanoplâncton	X	
<i>Stauroidesmos</i> sp1	Zigne	Unicelular	P	25	III	microplâncton	X	X
<i>Stauroidesmus</i> cf. <i>triangularis</i> (Lagerheim) Teiling	Zigne	Unicelular	P	29	III	microplâncton	X	
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	Chloro	Colonial	N.E.	22	III	microplâncton	X	
<i>Ankyra judayi</i> (Smith) Fott	Chloro	Unicelular	N.E.	33	III	microplâncton	X	
<i>Carteria</i> cf. <i>albostrata</i> Pascher	Chloro	Unicelular	N.E.	21	III	microplâncton	X	
<i>Carteria</i> sp	Chloro	Unicelular	N.E.	19	II	Nanoplâncton	X	X
Cf. <i>Ankistrodesmus</i>	Chloro	Colonia	J	2.5	I	Nanoplâncton	X	
<i>Chlamydomonas pertyii</i> Gor.	Chloro	Unicelular	X2	22	III	microplâncton		X
<i>Chlamydomonas debaryana</i> Gor.	Chloro	Unicelular	X2	21	III	microplâncton	X	
<i>Chlamydomonas lismorensis</i> Playfair	Chloro	Unicelular	X2	8	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Chlamydomonas microscopica</i> West	Chloro	Unicelular	X2	5	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Chlamydomonas pseudopertusa</i> Ettl	Chloro	Unicelular	X2	22	III	microplâncton	X	X
<i>Chlamydomonas</i> sp1	Chloro	Unicelular	X2	22	III	microplâncton	X	X
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	Chloro	Colonial	X1	3	I	Nanoplâncton	X	
Chlorococcales 1	Chloro	Unicelular	X1	12	II	Nanoplâncton	X	X
Chlorococcales 2	Chloro	Unicelular	X1	12	II	Nanoplâncton	X	
<i>Chlorogonium</i> cf. <i>hiemale</i> Schiller	Chloro	Unicelular	X1	45	III	microplâncton	X	
<i>Chlorogonium fusiforme</i> Matv.	Chloro	Unicelular	X1	26	III	microplâncton	X	X
Chlorophyceae	Chloro	Unicelular	X1	25	III	microplâncton	X	X
Chlorophyceae 2	Chloro	Unicelular	X1	32	III	microplâncton	X	

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Choricystis komarekii</i> Comas	Chloro	Unicelular	X1	9	I	Nanoplâncton	X	
<i>Closteriopsis drepaniformis</i> Comas	Chloro	Unicelular	N.E.	16	II	Nanoplâncton	X	
<i>Closteriopsis acicularis</i>	Chloro	Unicelular	N.E.	23	III	microplâncton	X	X
<i>Coelastrum microporum</i> Braun	Chloro	Cenobial	J	18	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korchikov	Chloro	Cenobial	J	41	III	microplâncton	X	X
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn	Chloro	Cenobial	J	20	III	microplâncton	X	
<i>Coelastrum</i> sp1	Chloro	Cenobial	J	23	III	microplâncton	X	
<i>Crucigenia mucronata</i> I(Smith) Komarék	Chloro	Cenobial	X1	12,5	II	Nanoplâncton	X	
<i>Crucigenia tetrapedia</i> West & West	Chloro	Cenobial	X1	14,2	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Crucigeniella rectangularis</i> Komarék	Chloro	Cenobial	X1	18	II	Nanoplâncton	X	
<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Komarék	Chloro	Cenobial	X1	10	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Crucigeniella neglecta</i> (Fott & Ettl) Komarék	Chloro	Cenobial	X1	10,8	II	Nanoplâncton	X	
<i>Crucigeniella pulchra</i> Komarék	Chloro	Cenobial	X1	22	III	microplâncton	X	
<i>Crucigeniella</i> sp.	Chloro	Cenobial	X1	12	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Desmodesmus armatus</i> Chodat	Chloro	Cenobial	J	16,6	II	Nanoplâncton	X	
<i>Desmodesmus communis</i> (Bohlin) Hegewald	Chloro	Cenobial	J	14,7	II	Nanoplâncton	X	
<i>Desmodesmus dispar</i> Hegewald	Chloro	Cenobial	J	20	III	microplâncton	X	
<i>Desmodesmus intermedius</i> (Brébisson) Hegewald	Chloro	Cenobial	J	19,2	II	Nanoplâncton	X	
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (Chodat) Hegewald	Chloro	Cenobial	J	14,6	II	Nanoplâncton	X	
<i>Desmodesmus perfuratus</i> (Prichter) Hegewald	Chloro	Cenobial	J	18	II	Nanoplâncton	X	
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Lemmermann) Hegewald	Chloro	Cenobial	J	17,6	II	Nanoplâncton	X	
<i>Desmodesmus</i> sp1	Chloro	Cenobial	J	17	II	Nanoplâncton	X	

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Desmodesmus</i> sp2	Chloro	Cenobial	J	16,6	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Desmodesmus</i> sp3	Chloro	Cenobial	J	15	II	Nanoplâncton	X	
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	Chloro	Colonial	F	65	IV	microplâncton	X	
<i>Dictyosphaerium</i> sp2	Chloro	Colonial	F	65	IV	microplâncton	X	X
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Chloro	Unicelular	J	70	IV	microplâncton	X	
<i>Eudorina elegans</i> Wille	Chloro	Colonial	G	62	IV	microplâncton	X	X
<i>Eutetramorus</i> sp.	Chloro	Colonial	F	19	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Fusola cf viridis</i> Snow	Chloro	Unicelular	N.E.	13,2	II	Nanoplâncton	X	
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	Chloro	Unicelular	J	44,6	III	microplâncton		X
<i>Kirchineriella lunaris</i> Schmidle	Chloro	Colonial	F	10	II	Nanoplâncton	X	
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	Chloro	Colonial	J	40,3	III	microplâncton	X	X
<i>Micractinium</i> sp1	Chloro	Colonial	J	30,4	III	microplâncton	X	X
<i>Monoraphidium antillarum</i> Comas	Chloro	Unicelular	X1	15	II	Nanoplâncton		X
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	Chloro	Unicelular	X1	20	III	microplâncton	X	
<i>Monoraphidium caribeum</i> Hindák	Chloro	Unicelular	X1	12	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nigaard) Nigaard	Chloro	Unicelular	X1	7	I	Nanoplâncton	X	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komàrková-Legnerová	Chloro	Unicelular	X1	7	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komàrková-Legnerová	Chloro	Unicelular	X1	12	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komàrková-Legnerová	Chloro	Unicelular	X1	50	IV	microplâncton		X
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komàrková-Legnerová	Chloro	Unicelular	X1	5,3	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Monoraphidium nanum</i> (Ettl) Hindák	Chloro	Unicelular	X1	2.5	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Monoraphidium tortile</i> (West) Komàrková-Legnerová	Chloro	Unicelular	X1	11	II	Nanoplâncton		X
<i>Mougeotia delicate</i> (Beck)	Chloro	Filamento	N.E.	180	IV	microplâncton	X	
<i>Nephrocytium schilleri</i> (Kamm) Comas	Chloro	Colonial	F	45	III	microplâncton		X
<i>Nephrocytium</i> sp.	Chloro	Colonial	F	30	III	microplâncton		X

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Descrição do indivíduo				Presença/Ausência	
			Grupo Funcional	GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Oocystis</i> spp.	Chloro	Unicelular	G	22	III	microplâncton	X	
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Bory de Saint-Vicent	Chloro	Colonial	G	20	III	microplâncton	X	
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	Chloro	Cenobial	J	30	III	microplâncton	X	
<i>Pediastrum tetras</i> Ralfs	Chloro	Cenobial	J	26,3	III	microplâncton	X	
<i>Pedinomonas minutissima</i> Skuja	Chloro	Unicelular	N.E.	7,6	I	Nanoplâncton	X	
<i>Quadrigula</i> sp.	Chloro	Cenobial	N.E.	33,6	III	microplâncton	X	
<i>Raphidolcelis</i> sp.	Chloro	Cenobial	X1	7,2	I	Nanoplâncton	X	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	Chloro	Cenobial	X1	27,3	III	microplâncton	X	
<i>Scenedesmus alternans</i> Christj.	Chloro	Cenobial	X1	36,3	III	microplâncton	X	
<i>Scenedesmus bacillaris</i> Gutw.	Chloro	Cenobial	X1	11	II	Nanoplâncton	X	
<i>Scenedesmus ellipticus</i> (West) Chodat	Chloro	Cenobial	X1	4,2	I	Nanoplâncton	X	
<i>Scenedesmus javanensis</i> Chodat	Chloro	Cenobial	X1	46,4	III	microplâncton	X	X
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	Chloro	Cenobial	X1	32	III	microplâncton	X	
<i>Scenedesmus obtusus</i> Lemmermann	Chloro	Cenobial	X1	16,1	II	Nanoplâncton	X	
<i>Scenedesmus verrucosus</i> Roll	Chloro	Cenobial	X1	14	II	Nanoplâncton	X	X
<i>Schroederia antillarum</i> Komarék	Chloro	Unicelular	X1	8	I	Nanoplâncton	X	
<i>Schroederia</i> cf. <i>robusta</i> Korshikov	Chloro	Unicelular	X1	50	IV	microplâncton	X	
<i>Schroederia indica</i> Philipose	Chloro	Unicelular	X1	28	III	microplâncton	X	X
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemmermann	Chloro	Unicelular	X1	50	IV	microplâncton	X	X
<i>Selenastrum gracili</i> Reinsch	Chloro	Unicelular	X1	35,7	III	microplâncton	X	X
<i>Spermatozopsis exultans</i> Korshikov	Chloro	Unicelular	N.E.	7	I	Nanoplâncton	X	
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansg.	Chloro	Unicelular	N.E.	9	I	Nanoplâncton	X	
<i>Tetraedron triangulare</i> Korshikov	Chloro	Unicelular	N.E.	12	II	Nanoplâncton	X	

## Anexo A continuação...

Táxons	Classe Taxonômica	Tipo de Talo	Grupo Funcional	Descrição do indivíduo			Presença/ Ausência	
				GALD (µm)	Classe de Tamanho	Categoria de Tamanho	Seca	Cheia
<i>Tetraedron trigonum</i> ((Nägeli) Hansg.	Chloro	Unicelular	N.E.	40,5	III	microplâncton	X	
<i>Tetrallantus</i> sp	Chloro	Cenobial	N.E.	36,6	III	microplâncton	X	
<i>Tetrastrum elegans</i> Playfair	Chloro	Cenobial	X1	8,2	I	Nanoplâncton	X	X
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröd.) Lemmermann	Chloro	Cenobial	X1	8	I	Nanoplâncton	X	
<i>Treubaria triappendiculata</i> Bern.	Chloro	Unicelular	N.E.	14	II	Nanoplâncton	X	
<i>Westella botryoides</i> (West) De-Wild	Chloro	Cenobial	N.E.	12,4	II	Nanoplâncton	X	
<i>Willea komarekii</i> Comas	Chloro	Cenobial	N.E.	20	III	microplâncton	X	



# 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](#)