



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

CELLY JENNIFFER DA SILVA CUNHA

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ - PARÁ.**

BELÉM, PA

2013

CELLY JENNIFFER DA SILVA CUNHA

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ - PARÁ.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Camargo Zorro. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará.

BELÉM, PA

2013

CELLY JENNIFFER DA SILVA CUNHA

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ - PARÁ.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador:

Prof. Dr. Mauricio Camargo Zorro
Universidade Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Banca examinadora:

Prof. Dr. Maurício Camargo Zorro
Universidade Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Dr. Sérgio de Melo
Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA

Dr. Rauquílio André Albuquerque Marinho da Costa
Universidade Federal do Pará-UFPA Campus Bragança

Dra. Regina Célia Viana Martins da Silva
Embrapa Amazônia Oriental

Suplente

Dra. Jussara Moretto Martinelli-Lemos
Universidade Federal do Pará-UFPA

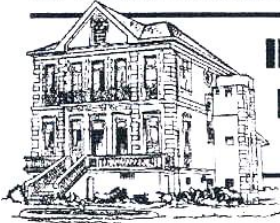
Belém-PA

2013

INSTITUIÇÕES E FONTES FINANCIADORAS



MS - SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE



**INSTITUTO
EVANDRO
CHAGAS**



Dedico à
Minha família

“O Senhor é o meu pastor e nada me faltará”.

Salmos 91

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela realização de mais uma etapa em minha vida, por sempre me guiar pelos melhores caminhos possíveis, por fortalecer a cada dia minha fé e por me dar forças para enfrentar novos desafios na jornada da vida.

A minha família por todo apoio que sempre tive, pelo amor e carinho dedicados a mim, pelos melhores ensinamentos repassados ao longo da vida e por acreditarem nos meus sonhos. Em especial a minha mãe Alba, que é o melhor exemplo que eu pude ter como referência e como ser humano que nunca mediu esforços para me proporcionar sempre o melhor. A minha melhor amiga, que está ao meu lado em todos os momentos, me apoiando e me dedicando todo seu amor de irmã.

Agradeço o apoio de cada pessoa que faz parte da minha imensa família amada e querida. O amor de vocês é imprescindível. Em especial ao meu padrinho Antônio Carlos (*in memoriam*) que sempre acreditou no meu potencial e me deu todo seu apoio e amor para que eu pudesse sonhar e concretizar meu sonho.

Agradeço a Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (PPGEAP), ao qual fiz parte.

Ao projeto “Utilização de Modelagem Matemática 3D na gestão da qualidade da água em mananciais: Aplicação no Reservatório de Tucuruí –PA” no qual este trabalho pôde ser desenvolvido e ao coordenador do projeto Dr. Claudio Nahum.

Ao Instituto Evandro Chagas por me permitir realizar todas as análises necessárias, além da estrutura e apoio logístico nas coletas de campo. Ao laboratório de Toxicologia Ambiental pelo apoio nas análises físico-químicas.

A Eletronorte, pela estrutura e apoio nas coletas de campo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Agradeço especialmente ao laboratório de Biologia Ambiental, ao qual faço parte, por todo o apoio científico, profissional e pessoal em todos os momentos da realização deste trabalho.

Ao meu orientador Dr. Mauricio Zorro, pela orientação, contribuição e enriquecimento no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço imensamente o apoio que sempre tive desde a graduação da amiga/orientadora/chefe Vanessa Costa, pela sua disponibilidade em me ajudar em todos os momentos que precisei. Obrigada por seus ensinamentos dedicados ao longo de todos esses anos.

A pesquisadora Dra. Andréa Tucci pela valiosa ajuda na identificação de algumas espécies e principalmente por toda a atenção e disponibilidade em me auxiliar em tudo que precisei.

A minha querida “equipe” do mestrado por todos os momentos vivenciados juntos, desde as disciplinas, campo até os momentos de descontração. “Não somos uma turma e sim uma equipe”.

A todos meus amigos queridos que sempre me apoiaram e dedicaram seu amor em todos os momentos que precisei. Vocês são especiais.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram com mais esta jornada profissional.

RESUMO

Os reservatórios são ecossistemas artificiais complexos que apresentam um alto dinamismo e que são formados pelo represamento de um rio através da construção de barragens, ocasionando diversas alterações no ambiente e na estrutura das comunidades biológicas presentes. Dessa forma a comunidade fitoplanctônica por possuir extrema sensibilidade e respostas dinâmicas às mudanças no ambiente circundante torna-se eficiente indicadora das alterações naturais e antrópicas nesses ecossistemas. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e sua distribuição horizontal e vertical no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011, correspondentes aos períodos de maior e menor precipitação pluviométrica, respectivamente. Foram realizadas amostragens em seis estações de coleta distribuídas ao longo do reservatório. As amostras qualitativas foram coletadas com redes de plâncton (20 e 64 μm). Já as quantitativas e de clorofila-a foram obtidas em três estratos verticais ao longo da coluna d'água e três réplicas para cada estrato com auxílio da garrafa de Van Dorn. Os parâmetros abióticos (pH, temperatura, OD, condutividade elétrica, DQO, DBO, turbidez, STS e nutrientes) foram mensurados por meio de sonda multiparamétrica e cromatógrafo de íons. A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 286 espécies (horizontal e verticalmente), sendo que as desmídias foram as mais representativas em termos de riqueza de espécies. Já as cianobactérias tiveram grande relevância por apresentar maiores densidades em todo o período estudado e por alguns dos gêneros encontrados (*Anabaena*, *Microcystis* e *Pseudanabaena*) serem considerados formadores de florações e potenciais produtores de toxinas. Além disso, o gênero *Geitlerinema* foi encontrado de forma expressiva no estudo apresentando elevadas densidades, além de representar uma nova ocorrência tanto para a região de Tucuruí quanto para o estado do Pará. De maneira geral, os parâmetros abióticos e os biológicos variaram em função dos períodos sazonais, porém não entre os estratos verticais. Em vista disto, vale lembrar a importância que o lago de Tucuruí tem para a região, seja no setor energético ou como em atividades relacionadas à pesca de subsistência, à piscicultura (implantação de tanques-rede) e como fonte de captação de água para o abastecimento da população, portanto faz-se necessário o monitoramento contínuo das cianobactérias, pelo risco de ocorrência de florações com produção e liberação de toxinas, as quais podem afetar a saúde humana e o equilíbrio do ecossistema aquático.

Palavras-chave: Reservatório Amazônico; Desmídias; *Geitlerinema*; Sazonal; Floração

ABSTRACT

Reservoirs are complex artificial ecosystems that have a high dynamism and which are formed by the damming of a river through the construction of dams, causing several changes in the environment and in the structure of biological communities present. Thus the phytoplankton community, for having extreme sensitivity and dynamic response to changes in the surrounding environment, becomes effective indicator of natural and anthropogenic changes in these ecosystems. Thus, the aim of this study was to characterize the structure of the phytoplankton community and its horizontal and vertical distribution in Hydroelectric Reservoir of Tucuruí (Pará, Brazil) in two seasons (February and July/2011). Samplings were collected in six sampling sites distributed along the reservoir. The qualitative samples were collected with plankton nets (20 and 64 μm). On the other hand the quantitative and chlorophyll a were obtained in three vertical strata along the water column and three replicates for each stratum with the help of Van Dorn bottle. The abiotic parameters (pH, temperature, dissolved oxygen, conductivity, COD, BOD, turbidity, STS and nutrients) were measured by multi parametric probe and ion chromatograph. The phytoplankton community was represented by 286 species (horizontally and vertically), and the desmids were the most representative in terms of species variety. On the other hand cyanobacteria have great relevance due to the higher densities in both seasons and some of the genus genera found (*Anabaena*, *Microcystis* and *Pseudanabaena*) consider forming blooms and potential toxin producers. Moreover, gender *Geitlerinema* was found significantly in study showing high densities, besides representing a new occurrence for both the region Tucuruí as to the state of Pará. In general, the biological and abiotic parameters varied as a function of seasonal periods, but not between strata. Because of this, it is worth to remember the importance that the lake has Tucuruí for the region, is in the energy sector or in related activities such as subsistence fishing, fish farming (implantation of cages) and as a source of water abstraction for supply of the population, so it is necessary the continuous monitoring of cyanobacteria, the risk of blooms with production and release of toxins, which can affect human health and balance of the aquatic ecosystem.

Keywords: Amazon Reservoir; desmids; *Geitlerinema*; Seasonal; Bloom

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Capítulo Geral

Figura 1: Mapa da área de estudo evidenciando os pontos de coleta. Fonte: Trindade, 2013.....	21
---	----

Capítulo 1

Tabela 1: Correlação de Spearman entre os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica e as variáveis físico-químicas e clorofila-a mensuradas no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	47
Figura 1: Precipitação pluviométrica do ano de 2011 para o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). Fonte de dados: Eletrobrás 2011.....	38
Figura 2: Composição da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011. A– Total; B–Período chuvoso; C–Período menos chuvoso.....	40
Figura 3: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	41
Figura 4: Frequência de ocorrência das espécies da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	41
Figura 5: Abundância relativa das espécies da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	42
Figura 6: Variação média (\pm D.P.) das classes mais representativas da comunidade fitoplanctônica (ind.ml^{-1}) do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	43
Fig. 7. Diversidade específica (H') e Equitabilidade (J') registradas para o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	44

Figura 8: Dendrograma da associação (53,2% de similaridade) e MDS das amostras coletadas no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	45
Figura 9: Análise de Componentes Principais para as variáveis ambientais no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	46
Figura 10: Variação média (\pm D.P.) da biomassa fitoplanctônica (Clorofila-a) em $\mu\text{g.l}^{-1}$ da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	48
 Capítulo 2	
Tabela 1: Valores dos testes estatísticos das variáveis físico-químicas mensuradas no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	61
Tabela 2: Correlação de Spearman entre os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica e as variáveis físico-químicas e clorofila-a mensuradas no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	70
Figura 1: Composição da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011. A–Total; B–Período chuvoso; C–Período menos chuvoso.....	62
Figura 2: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011. A-Estrato A; B-Estrato B; C-Estrato C.....	63
Figura 3: Variação média (\pm D.P.) da densidade total das classes mais representativas da comunidade fitoplanctônica (ind. ml^{-1}) nos estratos A, B e C do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	65
Fig. 4. Diversidade específica (H') e Equitabilidade (J') nos estratos (A, B e C)	66

registradas para o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	
Figura 5: MDS (52% de similaridade) das amostras coletadas nos estratos A, B e C no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	67
Figura 6: Análise de componentes principais para as variáveis ambientais nos estratos A, B e C no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	69
Figura 7: Variação média (\pm D.P.) da biomassa fitoplanctônica (Clorofila-a) em $\mu\text{g.l}^{-1}$ nos estratos (A, B e C) da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.....	71
Anexo 2	
Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de fevereiro e julho de 2011.	
Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.	
Anexo 3	
Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de fevereiro e julho de 2011.	

SUMÁRIO

INSTITUIÇÕES E FONTES FINANCIADORAS	i
DEDICATÓRIA	ii
EPÍGRAFE	iii
AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS E FIGURAS	viii
SUMÁRIOxi
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	13
CAPÍTULO GERAL.....	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS.....	19
2.1. OBJETIVO GERAL	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
3.1.1. Localização e acesso	20
3.1.2. Hidrografia e Clima.....	20
3.1.3. Geologia Regional e Vegetação	21
3.2. DESENHO AMOSTRAL	22
3.3. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	23
3.3.1. Campo	23
3.3.2. Laboratório	24
3.4. PARÂMETROS BIÓTICOS.....	24
3.4.1. Coleta de campo	24
3.4.2. Análises de laboratório.....	24
3.5. TRATAMENTO DOS DADOS.....	26
3.5.1. Frequência de ocorrência (F).....	26
3.5.2. Abundância Relativa (AR)	27
3.5.3. Densidade de indivíduos	27
3.5.4. Índices de Diversidade (H') e Equitabilidade (J')	28
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	29
CAPÍTULO 1	35
VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PARÁ, BRASIL)	35
Resumo.....	36
Introdução.....	37
Material e métodos	38
Área de estudo	38
Coleta e análise das amostras	38
Resultados	40
Variáveis abióticas	41
Composição da comunidade fitoplanctônica.....	42
Densidade da comunidade fitoplanctônica.....	45
Diversidade e Equitabilidade	46
Análises Multivariadas	47

Correlação entre as variáveis bióticas e abióticas	49
Clorofila-a	50
Discussão.....	51
Agradecimentos.....	53
Referências	54
CAPÍTULO 2	57
VARIAÇÃO VERTICAL DA DENSIDADE E BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PARÁ, BRASIL).....	57
Introdução.....	59
Material e métodos	60
Área de estudo.....	60
Coleta e análise das amostras	60
Resultados	63
Variáveis abióticas	63
Composição da comunidade fitoplanctônica.....	64
Densidade da comunidade fitoplanctônica.....	66
Diversidade e Equitabilidade	67
Análises Multivariadas	70
Coeficiente de correlação de Spearman	72
Clorofila-a	74
Discussão.....	75
Agradecimentos.....	77
Referências	78
ANEXO 1	81
ANEXO 2.....	90
ANEXO 3	108

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi elaborada no formato de dois artigos denominados de capítulos, seguindo as orientações de formatação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, iniciando com um capítulo geral introdutório e os outros dois específicos.

O Capítulo geral consta de uma introdução geral a respeito do tema da dissertação enfatizando a importância de tal estudo para a região. Apresenta uma breve revisão sobre o assunto e em seguida são apresentados os objetivos e a metodologia geral para a obtenção dos resultados.

O Capítulo 1 aborda a variação espaço-temporal da composição, densidade e biomassa em perfil longitudinal da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil).

O Capítulo 2 enfoca a variação espaço-temporal da estrutura da comunidade (biomassa, densidade) em perfil vertical ao longo do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil).

CAPÍTULO GERAL

1. INTRODUÇÃO

Os reservatórios são ecossistemas artificiais complexos que apresentam um alto dinamismo, com interações entre seus componentes estruturais, físico-químicos e biológicos que, em conjunto respondem de maneira rápida a qualquer alteração em seus mecanismos de funcionamento (TUNDISI, 1999).

Tais sistemas são formados pelo represamento de um rio através da construção de barragens, ocasionando diversas alterações no ambiente seja na estrutura do hábitat ou na composição e diversidade das comunidades biológicas presentes. Esses fatores podem ocasionar inúmeros problemas ambientais para o ecossistema, tais como alterações no regime hidrológico, que interferem sobre o pulso de inundação das planícies podendo por sua vez ocasionar mudanças nas condições físico-químicas da água, perda da fauna e flora aquáticas e terrestres, deslocamento das populações naturais e aumento de doenças endêmicas (ALVES, 2005).

Por sua vez, os reservatórios são sistemas com elevada capacidade de reestruturação e auto-organização, influenciados por forças naturais e artificiais que determinam a dinâmica da circulação e estratificação térmica, ambas resultantes dos regimes climatológicos e hidrológicos (TUNDISI, 2006).

Dada à importância desses ecossistemas no contexto da economia mundial, tais ambientes têm sido interpretados como pólos de desenvolvimento regional no que diz respeito ao potencial hidrelétrico. De acordo com Tundisi (2005), vários reservatórios no mundo foram construídos com diversas finalidades tais como produção de alimentos, recreação, irrigação, turismo e abastecimento de água.

Com relação ao Brasil, os reservatórios estão diretamente associados a uma ampla rede de hidroeletricidade (KELMAN et al.,1999; TUNDISI, 1999), uma vez que o país dispõe de numerosos e extensos rios que são adequados a instalação de usinas hidrelétricas, além de locais destinados a navegação, abastecimento público dentre outros.

Na Amazônia, a construção de reservatórios tem gerado discussões devido às características ambientais da região e aos efeitos causados à biodiversidade local. Dentre os diversos reservatórios amazônicos, destaca-se o da Usina Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí, atualmente o maior reservatório artificial amazônico em operação.

O reservatório de Tucuruí foi construído em 1984 e está no baixo rio Tocantins, a cerca de 300 km em linha reta da cidade de Belém no estado do Pará (CMB, 2000).

No trecho do rio Tocantins, o qual foi represado pela construção da barragem, as novas condições ambientais geradas por tal fator ocasionaram intensas modificações na concentração de oxigênio, incidência de luz, nutrientes, quanto em relação às comunidades bióticas presentes no local (ALVES, 2005).

O uso de determinados indicadores biológicos, tais como a comunidade fitoplanctônica tornou-se um importante subsídio para a caracterização da qualidade ecológica dos ambientes aquáticos, uma vez que a composição da assembléia de microalgas promove uma rápida resposta a qualquer alteração nas condições ambientais (HINO e TUNDISI, 1977; DUBELAAR et al., 2004). Sendo assim, a comunidade pode ser considerada como bioindicadora da qualidade da água, devido a sua importância na manutenção de inúmeras outras espécies aquáticas em ecossistemas dulcícolas, através da produção e liberação de oxigênio dissolvido, da transferência de energia aos níveis tróficos mais elevados, do processo de fotossíntese, reciclagem de CO₂ e amônia (KRASILCHIK, 1961; BICUDO; BICUDO, 1970; MOREIRA, 1994). A utilização desses bioindicadores é um procedimento usual na proteção e o manejo dos ecossistemas aquáticos, visto que somente através dessas técnicas biológicas a integridade ambiental poderá ser mantida. Um indicador geralmente multimétrico da sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos explica a sanidade da comunidade biológica (PEREIRA et al., 2005).

Os principais fatores capazes de influenciar a composição, dispersão, sobrevivência e desenvolvimento do fitoplâncton são os climatológicos (ocorrência de chuvas, radiação solar e os ventos) e os hidrológicos (fluxo da água de drenagem, transparência e profundidade local). Associado a isso, as análises dos parâmetros físico-químicos da água são de grande importância para o conhecimento das condições de eutrofização do ambiente aquático (QUEIROZ, 2002), uma vez que esse fenômeno pode levar a um processo de deterioração lento e progressivo, devido às mudanças na composição da comunidade fitoplanctônica com o aparecimento de espécies oportunistas, muitas vezes tóxicas, capazes de aumentar sua concentração, formando florações ou blooms de populações algais (BOYD, 1972, 1990; ESTEVES, 1998).

No mundo inteiro, reduzir e minimizar a eutrofização e seus efeitos nos ecossistemas aquáticos se tornaram um dos maiores desafios dos órgãos ambientais, companhias de saneamento, institutos de pesquisa e universidades (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 1992). Esse processo tem se intensificado ao longo dos anos através da ocupação desordenada

por indústrias e populações humanas nas proximidades de corpos d'água, aumentando a descarga de efluentes domésticos e industriais, que causam mudanças significativas na qualidade da água e conseqüentemente na estrutura da comunidade fitoplanctônica (SOARES-FILHO e ALCANTARA-FILHO, 2002).

Devido ao conjunto de fatores mencionados anteriormente, o estudo da ficoflórula em reservatórios é tanto essencial sob o ponto de vista qualitativo, com relação à estrutura em si da comunidade, quanto quantitativo abrangendo a distribuição espaço-temporal (MARQUES, 2005).

No Brasil é comum a construção de ecossistemas artificiais, como os reservatórios destinados à produção de hidroeletricidade, porém estudos sobre a comunidade fitoplanctônica característica desses locais ainda são escassos (HUSZAR, 1989). Em ambientes como reservatórios e lagos, normalmente não há dominância de uma ou mais espécies de microalgas, porém alguns fatores como a descarga excessiva de nutrientes pode alterar o equilíbrio do meio, fazendo com que ocorram florações de determinadas espécies ou grupo como as cianofíceas (DEBERDT, 2004).

De acordo com Branco e Senna (1991), uma das conseqüências mais severas do enriquecimento dos ecossistemas aquáticos em decorrência da elevada descarga de nutrientes, é a floração de cianobactérias como *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju 1972, capaz de fixar nitrogênio atmosférico. Florações desse tipo de algas foram observadas por Burford et al. (2006) para um reservatório eutrófico subtropical. Outras florações de espécies de cianobactérias, *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flahault e *Microcystis aeruginosa* Kutzing Lemmermann, foram observadas por Figueiredo et al. (2006), em um lago de Portugal, onde foi estudado o efeito dos parâmetros ambientais associados a florações de algas .

Com relação à composição florística desses ambientes, Henry (1999) afirma que as clorofíceas compõem um dos grupos florísticos mais diversificados em reservatórios tropicais, respondendo normalmente por quase 50% da composição fitoplanctônica desses ecossistemas. Chellappa et al. (2008) relataram a dominância de tal grupo durante um estudo anual no reservatório de Cruzeta (RN), a qual pode estar associada a determinados parâmetros como pH, condutividade elétrica e nitrato.

Fonseca et al. (2008) estudaram a dinâmica e a estrutura do fitoplâncton de um reservatório eutrófico estratificado no estado de São Paulo e constataram que a ficoflórula foi composta por 236 táxons, distribuídos em dez classes taxonômicas. Este padrão foi associado

às mudanças nos parâmetros físico-químicos da água. Por sua vez, foi observada nos dois períodos sazonais a dominância de diferentes espécies de cianobactérias e de diatomáceas.

Ao estudar a variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório do semi-árido do nordeste, Nascimento (2010) constatou que as cianofíceas dominaram o ambiente representando mais de 80% da biomassa fitoplanctônica total.

Dias-Lopes (2007) usou o fitoplâncton como bioindicador de poluição em três reservatórios no estado de São Paulo e observou que as clorofíceas apresentaram maior representatividade (38%), seguida de cianofíceas (23%), destas, as espécies *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii* foram as mais frequentes, sendo esta última considerada como bioindicadora de poluição.

O estudo sobre a estrutura espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica da UHE Luis Eduardo Magalhães, no médio Tocantins, Marques (2005), observou que Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Euglenophyceae e Cyanophyceae foram as classes mais representativas em número de espécies nos dois períodos sazonais estudados. A presença de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Microcystis aeruginosa* demonstrou que tal reservatório está sujeito a florações de cianobactérias com possíveis riscos à saúde pública. Para o reservatório de abastecimento público Armando Ribeiro Gonçalves (RN), Chellappa et al. (2009) observaram que houve dominância significativa de cianobactérias potencialmente tóxicas como *Planktothrix agardii* (Gomont) Komárek & Anagnostidis e *Microcystis aeruginosa*. Essas espécies são capazes de produzir cianotoxinas, substâncias que podem causar efeitos severos desde o nível de sistema nervoso até o nível de órgãos como intestino e fígado (SANTANA et al., 2006).

Em vista do exposto, o estudo das alterações ocasionadas pela construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí é relevante, uma vez que tais modificações fornecem subsídios para as possíveis intervenções no ecossistema, visando à amenização ou eliminação os efeitos danosos ao ambiente aquático, possibilitando a realização de estudos ecológicos os quais contribuirão para o melhor entendimento dos impactos causados nos ecossistemas aquáticos amazônicos (ALVES, 2005). Dessa forma, o uso da comunidade fitoplanctônica como indicadora da qualidade ambiental nos ecossistemas aquáticos, especialmente nos reservatórios, tem sido mais frequente, pois através de seu estudo é possível compreender as interações existentes entre os processos físicos, químicos e biológicos (NOGUEIRA e MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e sua distribuição horizontal e vertical no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE) (Pará, Brasil) no período chuvoso e menos chuvoso.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Descrever a composição fitoplanctônica do Reservatório de Tucuruí;
- ✓ Identificar os padrões de variação espacial e temporal da composição, densidade e da biomassa fitoplanctônica no perfil horizontal e vertical do Reservatório de Tucuruí;
- ✓ Associar a frequência de ocorrência, densidade e biomassa fitoplanctônica, com os parâmetros ambientais para tentar explicar os processos causais de tais padrões;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1. Localização e acesso

O Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí está localizado no estado do Pará, no baixo rio Tocantins, a qual possui altitude média local de 72 m (CMB, 2000).

A partir das águas represadas do rio Tocantins, tal reservatório deu origem a um lago artificial, o qual abrange uma área de aproximadamente 3.000 km², com 50 bilhões de m³ de água acumulada (ELETROBRÁS, 2010). O volume médio do reservatório é de aproximadamente 45,5 km³. O lago possui forma dendrítica com profundidade média de 17,3 m e máxima de 75 m, estende-se por aproximadamente 170 km, tendo um perímetro de 3.700 km. Sua largura média é em torno de 14,3 m enquanto que a máxima chega a 40 km (SANTOS et al., 2004). Sua área de drenagem é de aproximadamente 760.000 km², com uma vazão média afluente de 11.090 m³/s (NOVO e PIRES, 1990).

Os principais núcleos urbanos na área de influência da usina abrangem os municípios de Tucuruí, Novo Repartimento, Itupiranga, Breu Branco, Goianésia do Pará, Jacundá e Ipixuna à montante da UHE; e Baião, Mocajuba, Cametá, Limoeiro do Ajurú e Igarapé Miri, à jusante (ELETROBRÁS, 2010).

3.1.2. Hidrografia e Clima

O principal rio da região é o Tocantins, o qual está inserido na Bacia Araguaia-Tocantins localizada entre os paralelos 2° e 18° S e os meridianos 46° e 56° W. A bacia possui uma vazão média anual de 10.900 m³/s, com volume médio anual de 344.000 m³ e uma área de drenagem de 767.000 km², sendo formada pelos rios Tocantins (343.000 km²), Araguaia (382.000 km²) e Itacaiúnas (42.000 km²). Além disso, tal bacia distribui-se pelos estados de Tocantins e Goiás (58%), Mato Grosso (24%); Pará (13%) e Maranhão (4%), além do Distrito Federal (1%), limitando-se ao sul com a bacia do Paraná, a oeste com a do Xingu e a leste com a do São Francisco (CMB, 1999).

Quanto ao clima, a grande extensão da bacia do rio Tocantins determina uma relativa homogeneidade climato-meteorológica, caracterizada por pouca variação significativa quanto à temperatura, precipitação, umidade atmosférica, insolação, velocidade dos ventos e demais parâmetros climáticos (CMB, 1999).

Ao norte do paralelo 6° S o clima é quente e úmido, com temperaturas médias anuais variando entre 24° e 28° C, sendo que as máximas (38°C) ocorrem nos meses de agosto e setembro, e as mínimas (22°C) em junho. Ao sul desse paralelo as temperaturas médias anuais diminuem lentamente, à proporção que aumenta a latitude. A umidade relativa é elevada e apresenta oscilações entre a estação mais chuvosa e a seca, respectivamente, de 100% a 52%, sendo a média real de 78% (PARÁ, 2011).

Segundo a classificação de Köppen, a área onde se localiza o reservatório de Tucuruí apresenta clima tropical úmido (AMW), caracterizando-se por apresentar regime pluviométrico anual superior a 2.500 mm. O período mais chuvoso compreende os meses de fevereiro e março, e o menos chuvoso estende-se de julho a setembro (Fisch et al., 1990). No período chuvoso registram-se temperaturas médias levemente inferiores àquelas observadas no período de estiagem.

Pelo fato de estar próxima ao Equador, a região de Tucuruí não apresenta variações significativas nos valores de radiação solar, os quais oscilam entre 160 e 200 w/m², uma transmissividade média da atmosfera de 48%.

Segundo o INPA (1987), as superfícies do reservatório e da floresta em seu entorno são aquecidas de maneira diferente, logo, regulam a temperatura do ar também de maneira diferente. Essas diferenças devem afetar a circulação do ar gerando brisas diurnas e noturnas, que trazem como consequência uma melhor mistura do ar e a diminuição da amplitude térmica da região.

No reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí os fatores determinantes para evaporação estão bem próximos das condições ideais, isto é, radiação solar em grande quantidade, temperaturas elevadas do ar e da água e ventos amenos, que em conjunto, seriam responsáveis pelo aumento na taxa de evaporação.

3.1.3. Geologia Regional e Vegetação

A região de Tucuruí faz parte da porção setentrional da faixa Araguaia, próxima à borda oriental do Cráton Amazônico. O rio Tocantins entre as cidades de Tucuruí e Marabá encaixou seu leito na zona de transição entre rochas pré-cambrianas do Cráton Amazônico e rochas pré-cambrianas da faixa Araguaia.

Devido à formação e a construção da barragem do reservatório, grandes extensões das formações geológicas da área, principalmente dos depósitos quaternários, foram submersas, modificando também a dinâmica atual do rio Tocantins, que foi bruscamente alterada.

A barragem impede o fluxo da maior parte dos sedimentos transportados pelo rio Tocantins, que ficam retidos no interior do reservatório. Do mesmo modo, a barragem possibilita um aumento na capacidade de erosão do rio Tocantins (ELETRONORTE e ENGEVIX – THEMAG, 1988).

A vegetação dominante é a Floresta Tropical Úmida, com os subtipos: Floresta Aberta Latifoliada, Densa de Platô, Densa de Terraços, Floresta Submontana, em relevo aplainado. Uma parte dos tratos florestais deste município foi inundada por ocasião do fechamento das comportas da UHE de Tucuruí, o que deu ensejo à formação de um grande lago (PARÁ, 2011).

3.2. DESENHO AMOSTRAL

O delineamento e localização das estações de coleta seguiram a malha proposta pelo projeto intitulado “Utilização de Modelagem Matemática 3D na gestão da qualidade da água em mananciais: Aplicação no Reservatório de Tucuruí –PA”, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq.

As amostras foram realizadas durante dois meses (fevereiro e julho de 2011), correspondentes a maior e menor precipitação pluviométrica da região, respectivamente (FISCH et al., 1990).

Foram realizadas coletas em seis estações de amostragem (Fig. 1) onde foram estabelecidos três estratos verticais ao longo da coluna d’água e três réplicas para cada estrato, totalizando nove amostras por estação de coleta para análise de clorofila *a* e análises quantitativas da comunidade.

Para obter as profundidades de coleta dos estratos, a transparência da água foi aferida com o auxílio do Disco de Secchi de 30 cm de diâmetro e os valores obtidos foram multiplicados por três (COLE, 1975) obtendo-se as profundidades correspondentes a 100, 50 e 1% da penetração da radiação solar.

As estações de coleta foram definidas de acordo com a hidrodinâmica do Reservatório (dados de vazão mensurados com o auxílio de ADCP) e que foram obtidas através de comunicação pessoal (Dr. Marcelo Lima-Instituto Evandro Chagas). Um primeiro setor (inferior) com menor hidrodinâmica, onde há captação de água e tanques de piscicultura inclui as estações 01 e 02; um setor intermediário com maior hidrodinâmica, águas turbulentas e onde ocorrem os *banzeiros*, que são fortes ondas causadas pela alta velocidade

dos ventos na região, incluindo as estações 03 e 04; um último setor (superior) caracterizado por fortes correntezas inclui as estações 05 e 06. As estações por cada setor foram dispostas numa linha reta no centro e nas margens do Reservatório.

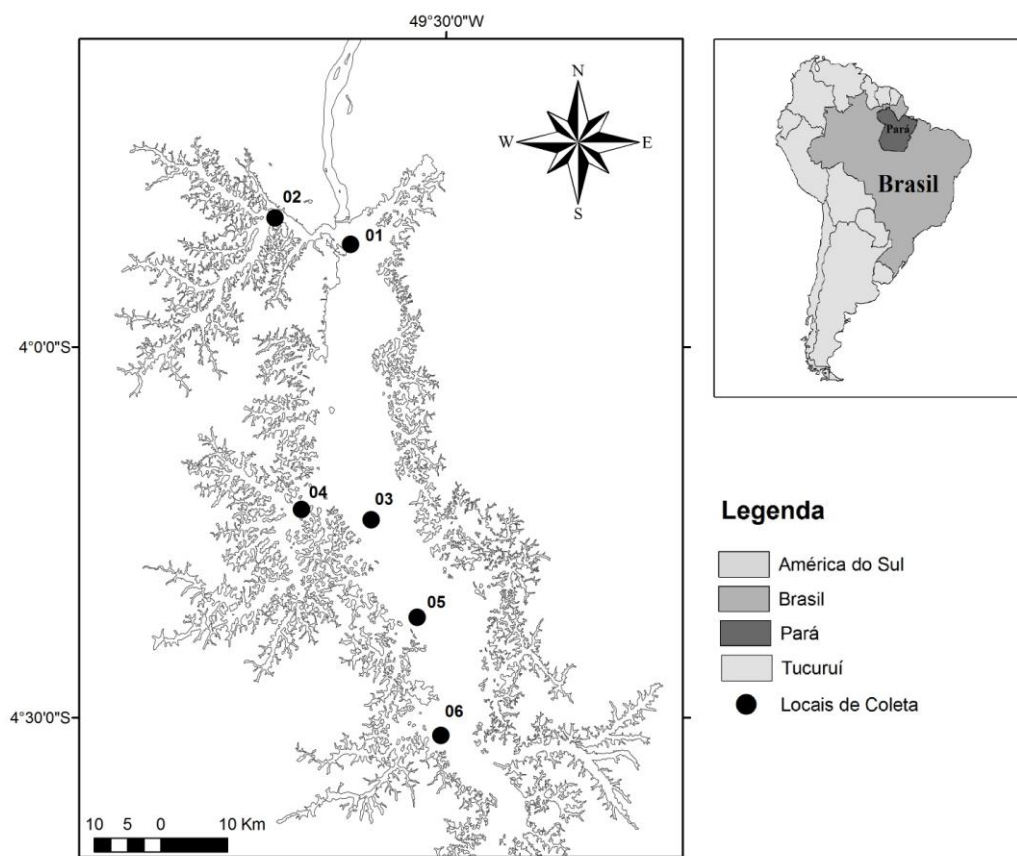


Figura 01: Mapa da área de estudo evidenciando as estações de coleta. Fonte: Paulo Trindade, 2013.

3.3. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

3.3.1. Campo

Simultaneamente as amostragens biológicas foram avaliadas *in situ* a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Potencial Hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE - mS/cm), sólidos totais dissolvidos (STD - UTM), e oxigênio dissolvido (OD - mg/l) com auxílio de um medidor multiparamétrico portátil modelo HI9828 da HANNA®, USA.

Para a determinação, no laboratório, dos parâmetros físico-químicos, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), N-nitrato (N-NO_3^-), N-nitrito (N-NO_2^-), Nitrogênio Amoniacal (N-NH_4), Fosfato (PO_4^{3-}) foram utilizados frascos de polipropileno de 500 ml e 1000 ml, previamente

esterilizados com solução de HNO_3 a 10%, colocados há uma profundidade de aproximadamente 30 cm.

3.3.2. Laboratório

As variáveis turbidez, sólidos totais em suspensão (STS) e DQO foram determinadas por Espectrofotometria de UV - VIS, utilizando o equipamento DR 2400 da HACH[®], USA. Já os parâmetros N-NO_3^- , N-NH_4 e PO_4^{3-} foram quantificados pelo Sistema de Cromatografia de Íons (CI), modelo ICS DUAL 2000 DIONEX[®], USA. A DBO foi avaliada pela técnica de incubação por cinco dias obedecendo aos procedimentos e as recomendações descritas na metodologia SM 5210B, 21^a Ed. do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA/AWWA/WEF, 2005).

3.4. PARÂMETROS BIÓTICOS

3.4.1. Coleta de campo

As amostras biológicas destinadas ao estudo qualitativo do fitoplâncton foram coletadas com o auxílio de redes de plâncton do tipo cônica com malhas de 20 e 64 μm de abertura, através da filtragem de água realizada em arrastos horizontais durante três minutos na sub-superfície da água. Posteriormente o material foi fixado em solução de Transeau, segundo Bicudo e Menezes (2006) e acondicionado em frascos de polipropileno de 125 ml.

A determinação da densidade fitoplanctônica foi realizada a partir de amostras obtidas com o auxílio de garrafas de Van Dorn com capacidade de 5 l para os estratos na coluna d'água, sendo armazenadas em frascos de polipropileno de 250 ml e fixadas em solução de lugol acético imediatamente após a coleta do material.

As amostras destinadas à quantificação da clorofila-a, também foram obtidas através da garrafa de Van Dorn, sendo posteriormente armazenadas em frascos de polipropileno de 250 ml, os quais foram imediatamente acondicionados em caixas de isopor com gelo e transportados, ao final da coleta, para o Laboratório de Biologia Ambiental/SAMAM/IEC.

3.4.2. Análises de laboratório

As análises qualitativas do fitoplâncton foram realizadas através da montagem de lâmina-lamínula visualizadas em microscópio óptico (modelo Axiostar Plus - Carl Zeiss),

acoplados a um sistema de captura de imagem (AxioCamMRC). Para cada amostra foram preparadas no mínimo cinco lâminas.

A identificação dos táxons foi realizada até o nível específico, quando possível, de acordo com: West e West (1912, 1923); Desikachary (1959), Forster (1969; 1974; 1982); Thomasson (1971), Bourrelly (1972; 1981; 1988); Prescott et al. (1972; 1975; 1981); Uherkovich (1974; 1981; 1984); Couté e Tell (1981); Croasdale et al. (1983); Round et al. (1990); Komárek e Anagnostidis (1999), Silva e Cecy (2004); Komárek e Anagnostidis (2005); Araujo e Bicudo (2006); Bicudo e Menezes (2006); Faustino (2006); Sant'Anna et al. (2006; 2012); Komárek et al. (2007); Godinho (2009), Silva et al. (2009) e Oliveira et al. (2009, 2011).

A determinação da densidade fitoplanctônica, em termos de indivíduos por mililitro, foi realizada segundo a técnica de Uthermöhl (1958), com o auxílio de câmaras de sedimentação, as quais posteriormente foram observadas ao microscópio invertido Axiovert 40 c (modelo MP-0162 da marca Carl Zeiss) com aumento de 400 vezes. O método consiste na contagem de campos distribuídos em transectos verticais paralelos.

Foi quantificado um mínimo de 100 indivíduos da espécie mais abundante para cada amostra (Lund et al, 1958). Células, colônias, cenóbios e filamentos foram considerados como indivíduo.

As amostras destinadas à quantificação da concentração da clorofila *a* foram filtradas com auxílio de bomba de vácuo e aparato para filtração em microfiltros MILIPORE (45 µm). Após cada filtragem, os filtros foram guardados em freezer, embalados em envelopes de papel alumínio onde permaneceram até o momento da análise, realizada através do Espectrofotômetro (marca Hanna, modelo D2000) seguindo o método de Parsons e Strickland (1963).

Após um período máximo de 90 dias de armazenamento dos filtros, a extração da clorofila-a foi realizada primeiramente através da maceração dos filtros e sua total dissolução em 10 ml de acetona a 90% contidos em tubos falcon de 15 ml. Tais recipientes foram embalados em papel alumínio (para manter pouca luminosidade) sendo armazenados em freezer (com temperatura aproximada de -10 °C) para posteriormente ser realizada a extração dos pigmentos. Após 24h a partir deste procedimento, o material foi centrifugado durante cinco minutos a 2000 rpm, sendo que o sobrenadante foi coletado em uma cubeta de quartzo de caminho óptico conhecido, para assim ser realizada a leitura no espectrofotômetro. A absorbância do sobrenadante foi obtida através dos comprimentos de ondas: 630 nm, 645 nm,

665 nm e 750 nm. A concentração de clorofila-a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$Cl = \frac{11,6 \times D665 - (1,31 \times D645 + 0,14 \times D630 + D750) \times v}{V \times L}$$

Onde:

Cl = Clorofila *a* em ($\mu\text{g.l}^{-1}$);

v = Volume de acetona a 90% (10 ml);

V = Volume de amostra filtrada;

L = Caminho óptico da cubeta (1 cm);

D665 = Leitura da absorvância da luz 665 nm;

D645 = Leitura da absorvância da luz 645 nm;

D630 = Leitura da absorvância da luz 630 nm;

D750 = Leitura da absorvância da luz 750 nm.

3.5. TRATAMENTO DOS DADOS

3.5.1. Frequência de ocorrência (F)

A frequência de ocorrência das espécies foi determinada pela seguinte equação:

$$F = (PA/P) \times 100$$

Onde:

F= frequência da espécie A nas amostras;

PA= número de amostras onde a espécie A ocorreu;

P= número total de amostras analisadas.

Em função do valor de F, e de acordo com Mateucci e Colma (1982), foram utilizados os seguintes critérios para representação desta variável: $F > 70\%$ (espécies muito frequentes); $F \leq 70\%$ e $> 40\%$ (espécies frequentes); $F \leq 40\%$ e $> 10\%$ (espécies pouco frequentes) e $F \leq 10\%$ (espécies esporádicas).

3.5.2. Abundância Relativa (AR)

A Abundância relativa (AR) das espécies identificadas foi obtida através da contagem dos 100 primeiros organismos encontrados nas sub-amostras extraídas da amostra de rede. Assim será aplicada a seguinte fórmula:

$$AR = 100 * (N/n)$$

Onde:

N = número de representantes de cada espécie;

n= número total de espécies encontradas.

Os valores obtidos encontram-se classificados de acordo com Lobo e Leighton (1986), no qual abundância relativa está classificada nas em: >70% (espécies dominantes); ≤ 70% e >40% (espécies abundantes); ≥40% e > 10% (espécies pouco abundantes) e ≤10% (espécies raras).

3.5.3. Densidade de indivíduos

A densidade de indivíduos por unidade de volume foi calculada pela seguinte fórmula, considerando-se o campo do microscópio como unidade fundamental de contagem:

$$D = n \times A / a \times V \times F$$

Onde:

D= densidade de algas (ind.ml⁻¹);

n= número de indivíduos contados na amostra;

V= volume sedimentado;

A= Área total da cubeta;

a= Área do campo;

F= Número de campos contados.

3.5.4. Índices de Diversidade (H') e Equitabilidade (J')

Os índices de diversidade específica (H') e de equitabilidade (J') foram calculados segundo Shannon (1948) e Pielou (1977), respectivamente.

O índice diversidade específica (H') foi calculado a partir da matriz de dados de densidade (ind.mL^{-1}), segundo a fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^n \frac{ni}{N} * \log_2 \frac{ni}{N}$$

Onde:

H' = índice de diversidade Shannon-Weaver;

ni = número de células de cada espécie;

N = número total de células.

Os valores obtidos foram apresentados de acordo com Valentin et al. (2000) nas seguinte categorias $\geq 3,0 \text{ bits.ind}^{-1}$ (alta diversidade); $< 3,0$ e $\geq 2 \text{ bits.ind}^{-1}$ (média diversidade); $< 2,0$ e $\geq 1 \text{ bits.ind}^{-1}$ (baixa diversidade); $> 1,0 \text{ bits.ind}^{-1}$ (muito baixa diversidade).

Já o índice de equitabilidade (J') foi calculado segundo a equação:

$$J' = H' / \log_2 S.$$

Onde:

J' = índice de equitabilidade;

H' = índice diversidade de Shannon-Weaver;

S = número total de espécies de cada amostra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, C. S. L. **Avaliação sazonal e temporal de variáveis físico-químicas no Reservatório de Tucuruí-PA.** 2005. 111f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.

APHA, AWWA e WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21 ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association. 2005.

ARAUJO, A.; BICUDO, C. E. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas*, 22: Zygnemaphyceae (gêneros Actinotaenium, Cosmarium e Heimansia). **Hoehnea** (São Paulo), v. 33, p. 219-237, 2006.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. (org.). **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil.** 2. Ed. São Carlos: Rima, 2006. 502p.

BICUDO, C. E. M; BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras.** São Paulo, Fundação Brasileira para o desenvolvimento do ensino de ciências, 1970.

BOURRELLY, P. C. **Les algues D'eau Douce: Initiation a la systematique, 2: Les algues Jaunes et Brunnes, les Chrysophycées, Pheophycées, Xanthophycées et Diatomées.** Paris. Éditons N. Boubée & Cie, v. 2. 1981. 517 p.

BOURRELLY, P. C. **Les algues D'eau Douce: Initiation a la systematique, 3: Les algues Blenes et Rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines.** Paris. Éditons N. Boubée & Cie, v. 3. 1988. 606 p.

BOURRELLY, P. C. **Les algues D'eau Douce: Initiation à la systematique, 1: Les algues Vertes.** Paris: N. Boubée. v. 1, 1972. 572 p.

BOYD, C. E. **Water quality in warm water fish pond.** Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University. 1972. 359 p.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture.** Birmingham, Alabama: Auburn University- Printed by Birmingham Publishing Co. 1990. 482 p.

BRANCO, C. W. C.; SENNA, P. A. C.. The Taxonomic elucidation of the Paranoá Lake (Brasília, Brazil) Problem: *Cylindrospermopsis Raciborskii*. **Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique**, n. 61, p. 85-91. 1991.

BURFORD, M. A.; MCNEALE K. L.; MCKENZIE-SMITH, F. J. The role of nitrogen in promoting the toxic cyanophyte *Cylindrospermopsis raciborskii* in a subtropical water reservoir. **Freshwater Biology**, v. 51, p. 2143–2153. 2006.

CHELLAPPA, N.T., BORBA, J.M., ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 68, n. 3, p. 477-494. 2008.

CHELLAPPA, N. T.; CÂMARA, F. R. A.; ROCHA, O. Comunidade fitoplanctônica: indicadora da qualidade da água no Canal do Pataxó/RN. **Brazilian Journal Biology**, v. 69, n. 2, p. 241-251. 2009.

COLE, G. A. **Textbook of limnology**. St Louis: Mosby Company, 1975. 427p.

COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS (CMB). **Estudo de caso da usina hidrelétrica de Tucuruí (Brasil)**: Relatório final da fase de escopo. Rio de Janeiro. 1999. 80 p.

COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS (CMB). **Estudo de caso da UHE Tucuruí (Brasil)**. Relatório final da Fase Escopo, Belém. 2000. 5p.

COUTÉ, A., G. TELL: Ultrastructure de la paroi cellulaire des Desmidiacees au microscope electronique a balayage. **Nova Hedwigia**, Beiheft, v. 68, p. 1-238. 1981.

CROASDALE, H. T.; BICUDO, C.; PRESCOTT, G. W. **A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 5**. University of Nebraska Press, Lincoln. 1983.117p.

DEBERDT, G. L. B. **Estudo de cianobactérias em reservatório com elevado grau de trofia (Reservatório de Salto Grande - Americana - SP)**. 166f. 2004. (Tese de Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). EESC/USP, Universidade de São Paulo.

DESIKACHARY, T.V. **Cyanophyta**. Nova Delhi: ICAR Monographs, 1959. 686p.

DIAS-LOPES, A. G. **Estudo da comunidade fitoplanctônica como biondicador de poluição em três reservatórios em série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo**. 137f. 2007. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública da USP.

DUBELAAR, G. B. J.; GEERDERS, P. J. F.; JONKER, R. R. High frequency monitoring reveals phytoplankton dynamics. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 6, p. 946-952. 2004.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Manual do sistema de gestão ambiental- UHE Tucuruí**. São Paulo. 2010. 31p.

ELETRONORTE & ENGEVIX-THEMAG. UHE Tucuruí. Plano de utilização do reservatório. Caracterização e diagnóstico do reservatório e de sua área de influência (TUC-10-26346-RE). **Relatório Técnico**. Brasília. v. 1, p. 236. 1988.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência. 1998. 602 p.

FAUSTINO, S. M. M. **O gênero *Staurastrum* (Zygnemaphyceae) no estado de São Paulo: levantamento florístico**. 2006. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) - Universidade de São Paulo.

FIGUEIREDO, D. R.; REBOLEIRA A. S. S. P., ANTUNES, S. C.; ABRANTES, N., AZEITEIRO, U.; GONÇALVES F.; PEREIRA M. J. The effect of environmental parameters and cyanobacterial blooms on phytoplankton dynamics of a Portuguese temperate lake. **Hydrobiologia**, v. 568, p. 145-157. 2006.

FISCH, G.; JANUÁRIO, M.; SENNA, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): climatologia. **Acta Amazônica**, v. 20, p. 49-60. 1990.

FONSECA, B. M.; BICUDO, C. E. M. Phytoplankton seasonal variation in a shallow stratified eutrophic reservoir (Garças Pond, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 600, p. 267-282. 2008.

FÖRSTER, K. Amazonische Desmidiaceen, 1. Areal Santarém. **Amazoniana** 2: 5-116. 1969.

FÖRSTER, K. Amazonische Desmidiaceen, 2. Areal Maués-Abacaxis. **Amazoniana** 5: 135-242. 1974.

FÖRSTER, K. Conjugatophyceae: Zygnematales und Desmidiaceae (excl. Zygnemataceae). In *Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie* (G. Huber-Pestalozzi, ed.). **Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung**, Stuttgart, p.1-543. 1982.

GODINHO, L. R. **Familia Scenedesmeaceae (Chlorococcales, Chlorophyceae) no estado de São Paulo: Levantamento florístico**. 2009. 204f. Tese. São Paulo, SP.

HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO, 1999. 799p.

HINO, K. & TUNDISI, J. G. **Atlas de algas da Represa do Broa**. UFSCar, São Carlos, 1977.

HUSZAR, V. L. M. Considerações sobre o fitoplâncton da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 49, p. 107-123, 1989.

INPA. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Estudos de ecologia e controle ambiental na região do reservatório da UHE de Tucuruí. **Relatório semestral de avanço e acompanhamento**. Segmento: ictiofauna; Manaus, 90p. Julho-dezembro de 1987.

KELMAN, J.; PEREIRA, M.V.; ARARIPE-NETO, T.A. & SALES, P.R. De H. Hidreleticidade. In: Rebouças, A. da C.; Braga, B. & Tundisi, J.G. (eds.). **Águas doces no Brasil**. Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, p. 371-418. 1999.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales**. In: Ettl, H.; Gartner, G.; Heynig, H.; Mollenhauer, D (eds), *Süßwasserflora Von Mitteleuropa* Bband 19/1. Stuttgart: Gustav Fisher, 1999. 548p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprocaryota 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales**. In: Büdel B.; Krienitz L.; Gärtner G.; Schagerl M. (eds), *Süßwasserflora Von Mitteleuropa* 19/2. Heidelberg: Elsevier/Spektrum, 2005. 759p.

KOMÁREK, J.; ZAPOMELOVA, E. Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* – 1. part: coiled types. **Fottea**, Olomouc. v. 7, n. 1, p. 1-31. 2007.

KRASILCHIK, M. Alga. **Jornal da Secção de Biologia**. CULTUS/IBECC-UNESCO, São Paulo, p 13. 1961.

- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. **Revista Biología Marina**, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.
- LUND, J.W.G., KIPLING, C. & LECREN, E.D. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hydrobiologia**, 11:143-170. 1958.
- MARQUES, A. K. **Análise da diversidade fitoplanctônica no reservatório da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães, no Médio Tocantins-To: estrutura da comunidade, flutuações temporais e espaciais**. 2005. 157f. Dissertação (Mestrado em Ciências do ambiente). Universidade Federal de Tocantins.
- MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La metodología para el estudio de la vegetación. **Colectión de Monografías Científicas. Série Biología**, v.22, n. 1, p. 1-168. 1982.
- MOREIRA, M. O. P. **Produção do fitoplâncton em um ecossistema estuarino tropical (Estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará)**. 1994. 338f. Dissertação de Mestrado em Ciências na área de Oceanografia Biológica - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- NASCIMENTO, E. C. **Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico do semi-árido do Nordeste (Pernambuco – Brasil)**. 92f. 2010. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- NOGUEIRA, M. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho – São Carlos, SP). Dinâmica das populações planctônicas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 8, p. 149-168. 1996.
- NOVO, E. M. L. M.; PIRES, J. S. Sensoriamento remoto e limnologia: estudos preliminares do Reservatório da UHE Tucuruí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6. Manaus. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 485-496. 1990.
- OLIVEIRA, I. B.; MOURA, C. W. N. & BICUDO C. E. M. *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs (Zygnematophyceae) de duas áreas de proteção ambiental da planície litorânea do norte da Bahia, Brasil.. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 213-232. 2009.
- OLIVEIRA, I. B.; BICUDO C. E. M. & MOURA, C. W. N. *Euastrum* (Desmidiaceae, Zygnematophyceae) na planície litorânea do norte da Bahia, Brasil. *Sitientibus*. **Série Ciências Biológicas**, v. 11, p. 62-73. 2011.
- PARÁ. Governo do Estado do Pará. Gerência de dados estatísticos do Estado. **Estatística municipal, Tucuruí**, 2011. Disponível em: <http://www.governodopara.pa.gov.br/>. Acesso em: 10 de outubro de 2011.
- PARSONS, T. R.; STRICKLAND, J. D. H. Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments with revised equations of ascertaining Chlorophyll α and carotenoids. **Journal of Marine Research**, v. 21, n. 3, p. 155-163. 1963.
- PEREIRA, A. C. A. FILHO, A. A. S.; SAMPAIO, C. M. S.; HERNANDES, J.P.; FERREIRA, T. D.; NETO, M. P. A. Fito e zooplâncton bioindicadores de qualidade da água do estuário do rio Catu, Aquiraz/Ceará. **Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC - Fortaleza, CE – Julho**. 2005.

- PIELOU, E.C. **Mathematical ecology**. New York: Wiley, 1977. 385p.
- PRESCOTT, G. W.; Croasdale, H. T.; Vinyard, W. C. **North American Flora – Desmidiaceae Part 1: Saccodermatae, Mesotaeniaceae** New York Botanical Garden, 1972. 84p.
- PRESCOTT, G. W.; Croasdale, H. T.; Vinyard, W. C. **A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermatae. Section 1**. University of Nebraska Press, Lincoln. 1975. 275p.
- PRESCOTT, G. W.; CROASDALE, H. T.; VINYARD, W. C. BICUDO, C. **A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermatae. Section 3**. University of Nebraska Press, Lincoln. 1981. 720p.
- QUEIROZ, J. Indicadores biológicos para avaliar a água. **AGRO C & T**, ano 1, n. 3, nov. 2002.
- ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: Biology and morphology of the genera**. Cambridge, University Press. 1990. 747 p.
- SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; AGUJARO, L. F.; CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA, R. C. R. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência. Sociedade Brasileira de Ficologia-SBFic, 2006. 58p.
- SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M. T. P.; MELCHER, S. S.; WERNER, V. R.; MALONE, C. F. S.; ROSSINI, E. F.; JACINAVICIUS, F. R.; HENTSCHEKE, G. S.; OSTI, J. A. S.; SANTOS, K. R. S.; GAMA-JÚNIOR, W. A.; ROSAL, C.; ADAME, G. 2012. **Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras**. Publicação eletrônica, Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia. Disponível em: <http://www.ibot.sp.gov.br/> Acesso em: 24 de agosto de 2012.
- SANTOS, G. M; MÉRONA, B.; JURAS, A. A; JÉGU, M. **Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidroelétrica Tucuruí**. Brasília: Edições Eletronorte, 2004. 216p.
- SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bulletin of System Tecnology Journal**, v. 27, p. 379-423. 1948.
- SILVA, S. R. V. F. da & CECY, I. I. T. Desmídias (Zygnemaphyceae) da área de abrangência da usina hidrelétrica de Salto Caxias, Paraná, Brasil, I: Gênero *Cosmarium* **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 59, n. 1, p. 13-26. 2004.
- SILVA, L. H. S. da; HUSZAR, V. L. M.; ROLAND, F. **Algas planctônicas em reservatórios de hidrelétricas brasileiras**. Rio de Janeiro. Museu Nacional, 2009. 155p.
- SOARES-FILHO, A. A.; ALCANTARA-FILHO, P. Características hidrológicas das águas estuarinas entre a região média e a boca do rio Jaguaribe (Ceará/Brasil). **Ciências e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 43–50. 2002.
- THOMASSON, K. **Amazonian algae**. Memoires de l' Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Ser. 2, v. 86, p. 1-57, 1971.

TUNDISI, J.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Eutrophication of lakes and reservoirs: A comparative analysis, case studies, perspectives. *Algae and environment: A general approach. Sociedade Brasileira de Ficologia*. São Paulo. p. 1-33. 1992.

TUNDISI, J. G. **Reservatórios como sistemas complexos: Teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos**. In: *Ecologia de Reservatório: Estrutura, Função e Aspectos Sociais – Botucatu: Fundibio: Fapesp*, p. 19-38. 1999.

TUNDISI, J. G. Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios-Estudos de caso e perspectivas. In: Nogueira, M. G.; Henry, R.; Jorcin, A. (Org.). **Ecologia de reservatórios - Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: RIMA Editora. 2006. p. 1-21. 2005.

TUNDISI, J. G. **Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas e reservatórios – Estudos de caso e perspectivas**. p. 1-21. In: M.G. Nogueira, R. Henry & A. Jorcin, (eds.), *Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. Rima, São Carlos. 2006. 472p.

UHERKOVICH, G.; SCHIMIDT, G. W. Phytoplanktontaxa in dem zentralamazonischen Schwemmlandsee Lago Castanho. **Amazoniana**, v. 5, n. 2, p. 243-283, 1974.

UHERKOVICH, G. Algen aus einigen Gewässern Amazoniens. **Amazoniana**, v. 7, n. 2, p. 191-219, 1981.

UHERKOVICH, G. **Phytoplankton**. In: SIOLI, H. (Ed.). *The Amazon: limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin*. Dordrecht: Dr. W. Junk Publ., p. 295-310. 1984.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. **Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie**, v. 9, p. 1-38. 1958.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência. 2000. 117p.

WEST, W.; WEST, G. S.; **A monograph of the British Desmidiaceae**. London. The Ray Society, Vol. IV, 1912. 191p

WEST, W.; WEST, G. S.; CARTER, N. **A monograph of the British Desmidiaceae**. London. The Ray Society, Vol. V, 1923. 300p.

CAPÍTULO 1

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PARÁ, BRASIL)

Variação Espaço-Temporal do Fitoplâncton no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil)

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar taxonomicamente a comunidade fitoplanctônica e identificar padrões de variação espacial e temporal da densidade e biomassa (clorofila a) no perfil horizontal do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) durante os meses de fevereiro e julho de 2011 correspondentes a maior e menor precipitação pluviométrica. As amostras foram coletadas em seis estações de amostragem onde foram medidos os parâmetros abióticos (pH, temperatura, OD, condutividade elétrica, Demanda Química de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Turbidez, Sólidos Totais em Suspensão e nutrientes) e os biológicos (fitoplâncton quali e quantitativo e clorofila-a). A comunidade esteve representada por 286 espécies distribuídas em 12 classes, sendo Zygnatophyceae a mais representativa (90 spp.). Além disso, a maioria das espécies foi classificada como pouco frequentes (29,32%). Com relação à densidade, a classe Cyanophyceae foi a que contribuiu com mais de 50% de participação no estudo, sendo seus maiores valores encontrados no período seco. Os gêneros *Geitlerinema*, *Anabaena*, *Microcystis* e *Pseudanabaena* se destacaram na densidade sendo que estes três últimos são descritos na literatura como formadores de florações de algas e produtores de toxinas. De uma forma geral, a precipitação pluviométrica foi o fator determinante na variação temporal dos parâmetros físico-químicos e biológicos (riqueza e densidade de espécies) no presente estudo.

Palavras-chave: Amazônia; Desmídias; gradiente horizontal; Floração; Sazonalidade

Introdução

O fitoplâncton é o principal produtor primário dos ecossistemas aquáticos desempenhando um papel fundamental na circulação de materiais e no fluxo de energia do ambiente. Visto que a comunidade possui extrema sensibilidade e respostas dinâmicas às mudanças no ambiente circundante (Padisák et al. 2006), as flutuações espaciais e temporais em sua composição, abundância e dominância tornam-se eficientes indicadores das alterações naturais e antrópicas nos ecossistemas (Beyruth 1996; Bozelli et al. 2003; Carvalho 2003). Por ser um importante componente da cadeia trófica, sua presença no ecossistema controla a dinâmica populacional de outros organismos aquáticos (Ariyadej et al., 2008; Deus et al., 2013).

Estudos sobre a ecologia do fitoplâncton em diversos ambientes tais como os reservatórios são de fundamental importância para a implantação de ações de gerenciamento para a conservação e para um melhor aproveitamento destes sistemas (Tundisi et al. 1999). Esses ambientes são considerados complexos e apresentam um padrão dinâmico onde ocorrem mudanças rápidas no que diz respeito aos mecanismos de funcionamento e perfis horizontais e verticais (Tundisi, 1999).

Neste contexto, o conhecimento sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios é necessário devido à escassez de estudos na região amazônica, especialmente no Reservatório de Tucuruí, uma vez que este conhecimento sobre a composição e diversidade desta comunidade em escala espacial e temporal proporciona informações básicas das condições ecológicas dos ambientes aquáticos.

Neste âmbito, as alterações ocasionadas pela construção do Reservatório de Tucuruí devem ser estudadas de forma ampla com o objetivo de fornecer subsídios para as possíveis intervenções no ecossistema, a fim de amenizar ou eliminar efeitos danosos causados ao ambiente aquático, dada a construção de grandes reservatórios, o que possibilita a realização de diversos estudos de limnologia, hidrologia, zoologia e outros os quais contribuirão para o melhor entendimento dos impactos em ecossistemas aquáticos e terrestres amazônicos (Alves, 2005). Desta forma, o estudo da comunidade de microalgas é de suma importância quando se tem por objetivo realizar a caracterização de um sistema aquático através do estudo dos componentes físico-químicos e biológicos.

Sendo assim, este trabalho pretende caracterizar a variação espaço-temporal da composição, densidade e biomassa do fitoplâncton no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil).

Material e métodos

Área de estudo

O reservatório de Tucuruí está situado no estado do Pará possuindo uma altitude média local de 72 m. Sua formação ocorreu em 1985, através do barramento do rio Tocantins, o qual é um dos principais rios da região. O rio Tocantins está inserido na Bacia Araguaia-Tocantins possuindo uma vazão média anual de 10.900 m³/s, com volume médio anual de 344.000 m³ (CMB, 1999). A partir das águas represadas do rio, o reservatório deu origem a um lago artificial, o qual abrange uma área de aproximadamente 3.000 km² tendo um volume médio de 45,5 km³ (Eletrobrás, 2010). O lago possui forma dendrítica com profundidade máxima de 75 m. Sua área de drenagem é de aproximadamente 758.000 km², com uma vazão média afluyente de 11.090 m³/s (Novo & Pires, 1990). O clima da região é classificado como tropical úmido (AMW), caracterizando-se por apresentar regime pluviométrico anual superior a 2.500 mm. O período mais chuvoso compreende os meses de fevereiro e março, e o menos chuvoso estende-se de julho a setembro (Fisch et al., 1990).

Coleta e análise das amostras

As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro e julho de 2011, correspondentes aos períodos de maior e menor precipitação respectivamente, em seis estações de coleta com três réplicas por estação (A1, A2 e A3) distribuídos ao longo do Reservatório de Tucuruí.

Os parâmetros físico-químicos como Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD) e Condutividade Elétrica (CE), foram medidos com auxílio de uma sonda multiparamétrica, enquanto a transparência da água foi aferida com o disco de Secchi.

Os dados pluviométricos da área de estudo foram obtidos através das Centrais Elétricas do Norte do Brasil - Eletronorte. Amostras diretas de água foram coletadas para a determinação das variáveis: Nitrato (N-NO₃⁻), Nitrogênio Amoniacal (N-NH₄) e Fosfato (PO₄⁻³), as quais foram quantificadas pelo Sistema de Cromatografia de Íons (CI). Outros parâmetros como Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio

(DBO), turbidez, sólidos totais em suspensão (STS), foram determinados por Espectrofotometria de UV-VIS.

As amostras biológicas destinadas ao estudo qualitativo do fitoplâncton foram coletadas com o auxílio de redes de plâncton com malhas de 20 e 64 µm de abertura, através de arrastos horizontais na sub-superfície da água e fixadas em solução de Transeau (Bicudo & Menezes, 2006). Em laboratório, estas foram analisadas em microscópico óptico trinocular (modelo Axiostar Plus da marca Carl Zeiss) e a identificação dos táxons foi baseada nas características morfológicas e morfométricas obtidas com o auxílio de um sistema de captura de imagem (AxioCamMRc).

A classificação dos táxons foi baseada em Bicudo & Menezes (2006) e Round (1990) exceto para as espécies *Dolichospermum circinalis* (Rabenhorst) Walcklin, Hoffmann & Komárek 2009, *Monactinus simplex* (Meyen) Corda 1839, *Stauridium tetras* (Ehrenberg) Hegewald 2005, as quais foram classificadas de acordo com Santana et al. (2007); Rosini et al. (no prelo); Rodrigues et al. (2010) respectivamente.

As amostras para a determinação da densidade fitoplanctônica (ind. ml^{-1}) e a biomassa (clorofila-a) foram obtidas com o auxílio de garrafas de Van Dorn (5 l) e fixadas em solução de lugol acético e gelo, respectivamente. As análises quantitativas foram realizadas segundo a técnica de Uthermöhl (1958), com o auxílio de câmaras de sedimentação e observadas ao microscópio invertido Axiovert 40 c (modelo MP-0162 da marca Carl Zeiss) sob um aumento de 400 vezes e os resultados expressos em indivíduos por mililitro. Já para a clorofila-a, as amostras foram filtradas em microfiltros MILIPORE (45 µm) e analisadas através do Espectrofotômetro (marca Hanna, modelo D2000) seguindo o método de Parsons & Strickland (1963).

A frequência de ocorrência foi calculada de acordo com Mateucci & Colma (1982), enquanto que a abundância relativa seguiu metodologia descrita por Lobo & Leighton (1986). A diversidade das espécies foi baseada no índice de Shannon (1948) e a equitabilidade segundo Pielou (1977). Todos os dados foram testados quanto à normalidade e a homocedasticidade, através dos testes de Cochran & Bartlett's. Nos casos em que esses pressupostos não fossem atendidos, foram realizadas transformações matemáticas.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para comparar os parâmetros físico-químicos e os biológicos entre as diferentes estações de coleta, setores (inferior, médio e superior), posição (central e margem) e períodos sazonais. Em seguida foi aplicado um teste *a posteriori* com o objetivo de indicar as diferenças existentes entre as médias dos tratamentos utilizados na ANOVA. Para todos os testes foi utilizado o nível de significância de 5%.

As análises multivariadas foram realizadas com base em matrizes de densidades fitoplanctônicas (ind.mL^{-1}) das espécies com abundância relativa superiores a 10%, quando necessário, os valores de densidade foram transformados através da raiz quarta. Para a análise de agrupamento, a construção do dendograma e o MDS (Multidimensional Scaling/Escalonamento Multidimensional), foi utilizado o cálculo de similaridade de Bray-Curtis (1957). A análise de *Simper* (Percentual de Similaridade) foi aplicada para indicar quais espécies contribuíram substancialmente para a formação dos grupos definidos pelas análises de *cluster*.

Para a ordenação dos parâmetros abióticos e dos locais de coleta foi aplicada a análise multivariada de componentes principais - ACP (matriz de correlação).

A análise de correlação de Spearman (r_s) foi utilizada para correlacionar a clorofila-a e as densidades dos grupos fitoplanctônicos aos diversos parâmetros abióticos analisados.

Resultados

A precipitação pluviométrica para o Reservatório de Tucuruí no ano de 2011 foi de 12 mm no mês de setembro a 540 mm o mês de janeiro, com média de $183,40 \pm \text{DP } 156,38$ (Fig. 1).

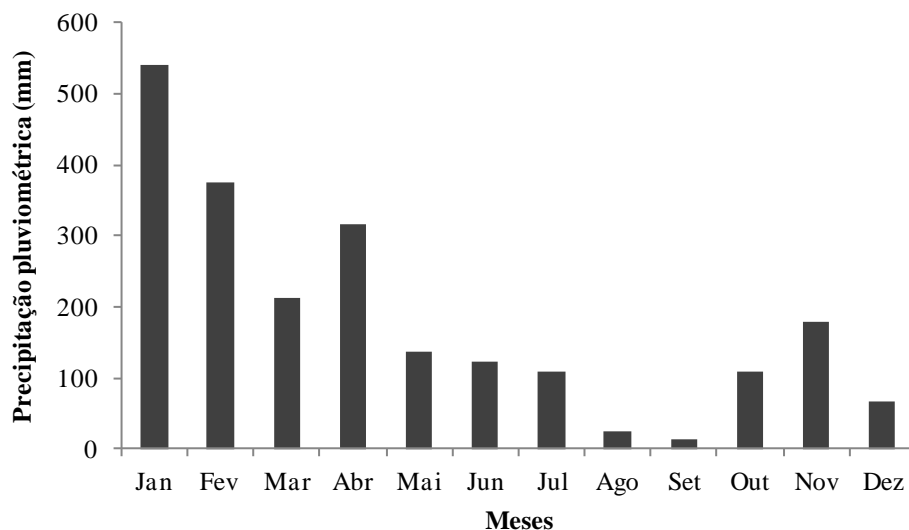


Figura 1: Precipitação pluviométrica do ano de 2011 para o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). Fonte de dados: Eletrobrás 2011.

Variáveis abióticas

Entre os parâmetros físico-químicos, as variáveis: transparência, turbidez, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais em suspensão diferiram apenas entre os períodos sazonais (chuvoso e menos chuvoso) estudados.

O valor médio da transparência da água foi de $0,99 \pm 0,20$ m no período chuvoso e $2,85 \pm 0,40$ m no período menos chuvoso com valores significativamente mais elevados no período seco ($H=8,36$; $p<0,05$). A turbidez oscilou de $2,0 \pm 0,0$ mg/L durante o período menos chuvoso a $20,66 \pm 5,20$ mg/L no período chuvoso quando foi mais elevada ($F=77,24$; $p<0,05$).

A média da DBO foi de $5,33 \pm 3,14$ mg/L para período menos chuvoso e $8,83 \pm 1,47$ mg/L no período chuvoso, com valores significativamente mais elevados ($F=6,10$; $p<0,05$). A menor média da DQO se registrou no período menos chuvoso $12,66 \pm 1,86$ mg/L e a maior no chuvoso $19,50 \pm 3,39$ mg/L, com valores significativamente mais elevados ($F=18,71$; $p<0,05$).

A média dos sólidos totais em suspensão variou $1,00 \pm 0,89$ mg/L (período menos chuvoso) a $6,5 \pm 2,73$ mg/L para o período chuvoso. Este parâmetro apresentou valores significativamente mais elevados para este período ($F=23,75$; $p<0,05$).

A temperatura, o pH, OD, a condutividade elétrica e os nutrientes: nitrato, nitrogênio amoniacal e fosfato não diferiram significativamente entre as estações de coleta, setores (inferior, médio e superior), posição (central e margem) e períodos sazonais (chuvoso e menos chuvoso).

A média da temperatura da água foi de $29,33 \pm 0,81$ °C no período menos chuvoso e $30,13 \pm 1,16$ °C no período chuvoso. A média do pH foi de $7,13 \pm 0,19$ para o período menos chuvoso e de $7,32 \pm 0,38$ para o período chuvoso.

A média da concentração de oxigênio dissolvido foi de $6,76 \pm 0,61$ mg/L para o período menos chuvoso e de $7,13 \pm 0,80$ mg/L para o período chuvoso. A média da condutividade elétrica foi de $39,33 \pm 3,38$ mS/cm no período chuvoso e $40,66 \pm 4,17$ mS/cm no período menos chuvoso.

Para os nutrientes, a média da concentração do nitrato foi de $2,20 \pm 1,31$ mg/L no período menos chuvoso e $1,15 \pm 0,03$ mg/L para o período chuvoso. A concentração do nitrogênio amoniacal (N-amoniacal) apresentou média de $0,45 \pm 0,11$ mg/L para o período chuvoso e de $1,59 \pm 0,97$ mg/L para o período menos chuvoso. A média da concentração do fosfato variou e $0,21 \pm 0,18$ mg/L no período menos chuvoso e $0,43 \pm 0,31$ mg/L para o período chuvoso.

Composição da comunidade fitoplanctônica

O fitoplâncton do Reservatório de Tucuruí esteve representado por 266 espécies, distribuídas em 12 classes, 41 famílias e 83 gêneros (Fig. 2) (Quadro 1-Anexo 2). As classes: Oedogoniophyceae (1 spp.), Dinophyceae (2 spp.), Euglenophyceae (4 spp.), Fragilariophyceae (4 spp.), Xanthophyceae (6 spp.), Chrysophyceae (6 spp.), Coscinodiscophyceae (9 spp.) e Chlamydomphyceae (9 spp.) por sua baixa diversidade foram agrupadas na categoria “Outros”.

A classe mais representativa foi a Zygomatophyceae com 90 espécies, destacando a família Desmidiaceae (88 spp.).

Dentre a família Desmidiaceae, o gênero *Staurastrum* Meyen foi o que apresentou maior número de espécies identificadas (45 táxons), seguido por *Stauroidesmus* Teiling (12 spp.) e *Cosmarium* Nitzsth ex Ralfs (9 spp.).

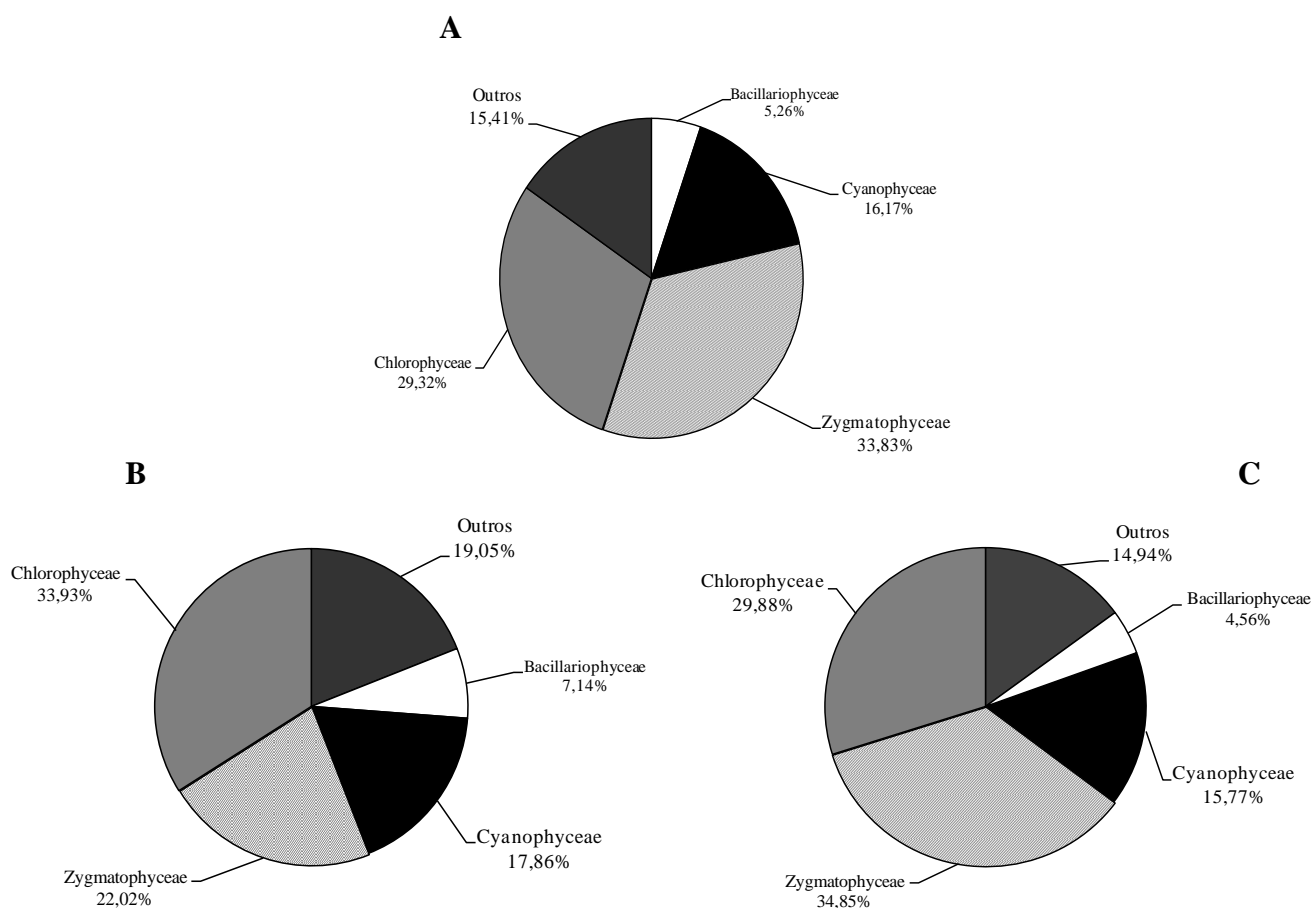


Figura 2: Distribuição percentual das principais classes da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011. A – Total; B – Período chuvoso; C – Período menos chuvoso.

Durante o período chuvoso foram registradas 168 espécies, enquanto que o período menos chuvoso esteve representado por 241 espécies. O menor número de espécies (75 spp.) foi registrado na estação 03, no período chuvoso enquanto que o maior número foi observado na estação 05 no período menos chuvoso (143 spp.) (Fig. 3). A riqueza não variou significativamente entre as estações de coleta ($F=0,08$; $p>0,05$), setores ($F=0,19$; $p>0,05$) e posição ($F=0,006$; $p>0,05$), entretanto houve diferença significativa desta variável em relação aos períodos sazonais ($F=23,86$; $p<0,05$).

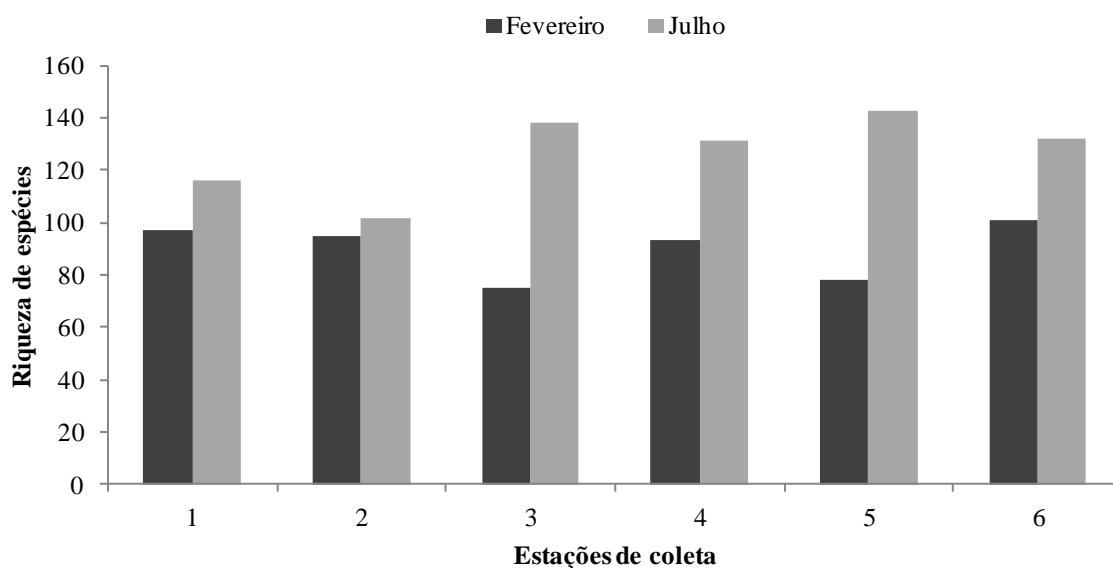


Figura 3: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

A comunidade fitoplanctônica de Tucuruí foi categorizada com base no seu grau de ocorrência em a) esporádico (69 spp.), b) pouco frequentes (78 spp.), seguida pelas espécies c) frequentes (58 spp.) e d) muito frequentes (61 spp.) (Fig. 4) (Quadro 2-Anexo 2). As espécies *Peridinium* sp. 1, *Aulacoseira distans*, *Aulacoseira granulata*, *Urosolenia* sp., *Synedra acus*, *Synedra* sp., *Anabaena* sp.1, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis* sp.1, *Oscillatoria* sp.1, *Cosmarium* sp.1, *Closterium* sp., *Staurastrum leptocladum*, *Staurastrum* sp., *Staurodesmus* sp.1, *Eudorina elegans*, *Eudorina* sp.1, *Coelastrum* sp.1, *Kirchneriella* sp.1, *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium contortum*, *Oocystis* sp., *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus* sp. ocorreram em 100% das amostras.

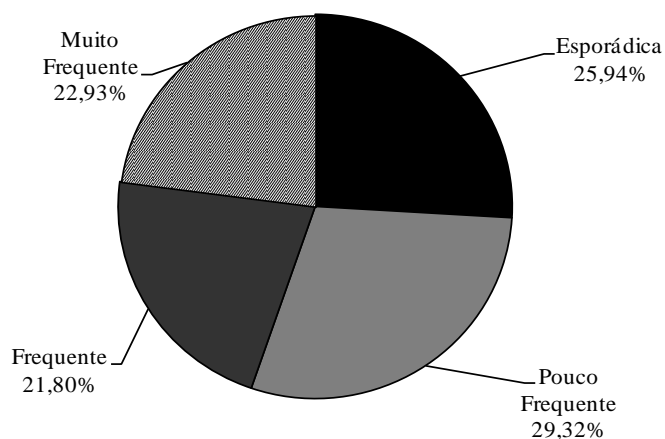


Figura 4: Distribuição percentual das categorias de frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Com relação à abundância relativa, as espécies *Microcystis* sp. e *Pseudanabaena mucicola* (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe predominaram no período chuvoso enquanto que a espécie *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen foi a mais abundante no período menos chuvoso (Fig. 5).

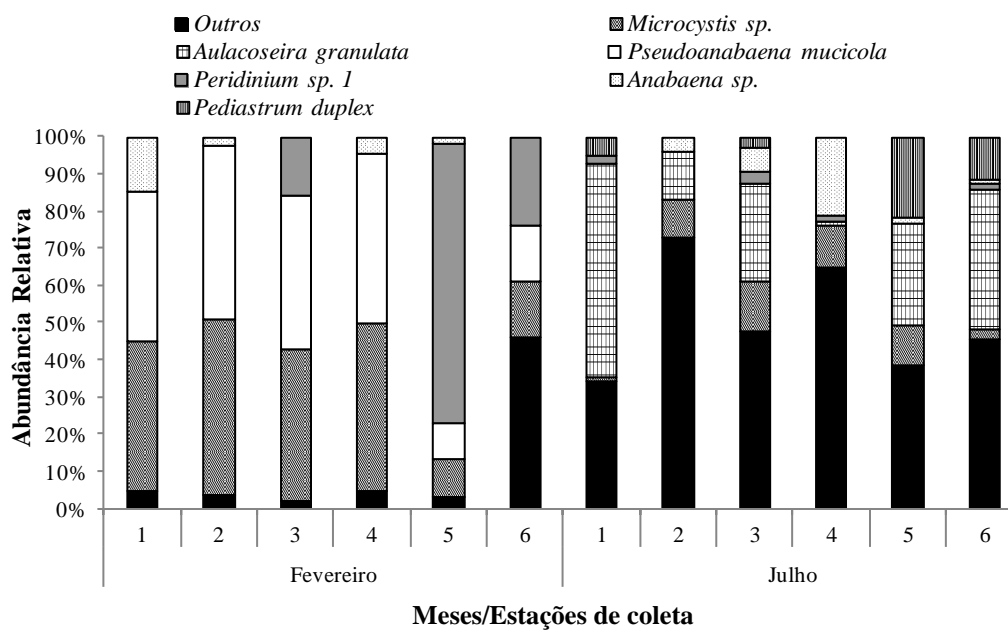


Figura 5: Abundância relativa das espécies da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Densidade da comunidade fitoplanctônica

A densidade total da comunidade fitoplanctônica variou de $54,80 \times 10^4$ ind. ml⁻¹ (na estação 03 A1 do período chuvoso) a $1938,49 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (na estação 04 A3 do período menos chuvoso) com média para o período chuvoso de $147,69 \times 10^4 \pm 86,85$ ind.ml⁻¹ e para o período menos chuvoso de $455,26 \times 10^4 \pm 474,93$ ind.ml⁻¹. Não foram registradas diferenças entre as estações de coleta ($H=8,70$; $p>0,05$), entre a posição ($H=0,04$; $p>0,05$). No entanto, os valores de densidade, foram significativamente diferentes entre os setores ($H=7,39$; $p<0,05$), sendo que os setores inferior e médio diferiram entre si. Além disso, houve diferença significativa entre os períodos sazonais ($H=11,24$; $p<0,05$), sendo que o período menos chuvoso foi maior do que o período chuvoso.

A classe que mais contribuiu para a densidade total foi Cyanophyceae (51,66%) com densidades que variaram de $1,16 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (estação 06 A2, no período chuvoso) a $1829,06 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (na estação 04 A3 do período menos chuvoso) (Fig.6).

Os gêneros que mais contribuíram para a densidade total da Classe Cyanophyceae foram *Anabaena* (6,26 %), *Microcystis* (4,61 %) e *Pseudanabaena* (2,30 %). No entanto, a alta representatividade da classe deve-se a presença de uma espécie do gênero *Geitlerinema* (81,10%), que apresentou valores elevados de densidade apenas em três pontos específicos da área de estudo e apenas no período menos chuvoso.

Em seguida, a Classe Dinophyceae apresentou uma representatividade de 15,91 %, variando de 0,00 (nas estações 02 A2, 04 A2 e 04 A3, todos no período menos chuvoso) a $197,47 \times 10^4$ ind.ml⁻¹(estação 05 A2 do período chuvoso) Já a classe Coscinodiscophyceae contribuiu com 15,45%, com valores que oscilaram de 0,00 (na estação 04 A3) a $140,02 \times 10^4$ ind.ml⁻¹(na estação 06 A1) ambos no período menos chuvoso.

A Classe Chlorophyceae teve uma contribuição de 9,23%, com densidades que variaram de $6,82 \times 10^4$ ind.ml⁻¹(na estação 04 A1, no período chuvoso) a $74,20 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (na estação 06 A1 no período menos chuvoso).

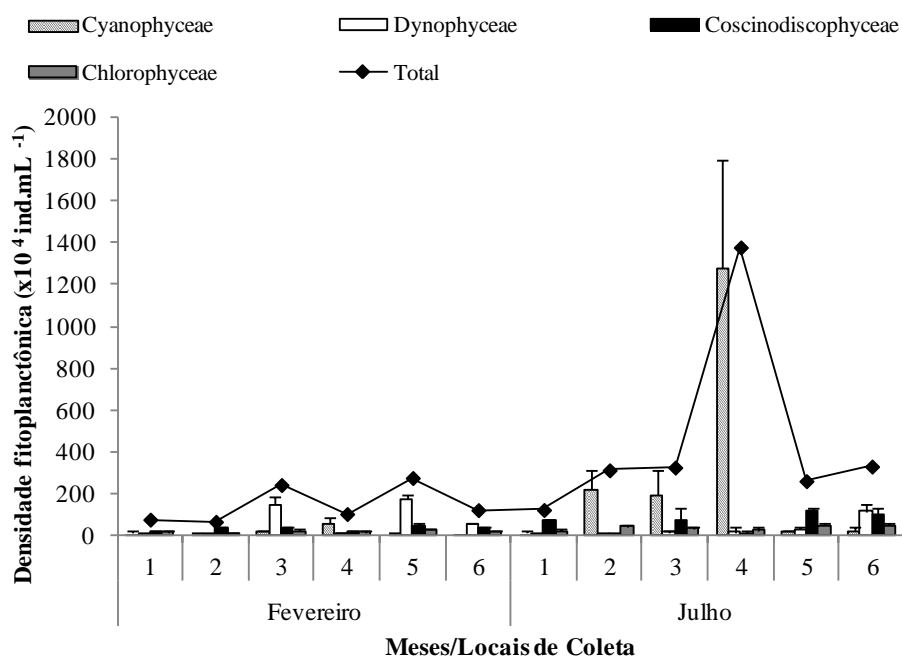


Figura 6: Variação média (\pm D.P.) das classes mais representativas da comunidade fitoplanctônica (ind.mL^{-1}) do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Diversidade e Equitabilidade

A diversidade (H') da comunidade fitoplanctônica no Reservatório de Tucuruí variou de $0,75 \text{ bits ind}^{-1}$ na estação 04 A3 do período menos chuvoso a $4,15 \text{ bits ind}^{-1}$ na estação 01 A1 do período chuvoso, sendo observado alta diversidade em 52,78% das amostras; diversidade média em 38,89% das amostras; baixa diversidade em 2,78% e muito baixa em 5,56% do total das amostras (Fig. 7).

Não foram registradas diferenças entre as estações de coleta ($H=9,91$; $p>0,05$), entre a posição ($H=0,01$; $p>0,05$) e entre os períodos sazonais ($H=0,19$; $p<0,05$). Contudo, registrou-se diferença significativa entre os setores ($H=6,68$; $p<0,05$), tendo o setor inferior diferido do setor médio.

Em relação à equitabilidade (J'), o menor valor registrado foi de 0,22 (na estação 04 A3, no período menos chuvoso) e o maior foi de 0,79 (na estação 01 A1 no período chuvoso) (Fig. 7).

Com relação às estações de coleta ($H=8,86$; $p>0,05$), a posição ($H=0,009$; $p>0,05$) e aos períodos sazonais ($H=0,009$; $p<0,05$) não foram registradas diferenças. Entretanto, houve diferença significativa entre os setores ($H=6,40$; $p<0,05$), sendo que, assim como na diversidade, o setor inferior diferiu do setor médio.

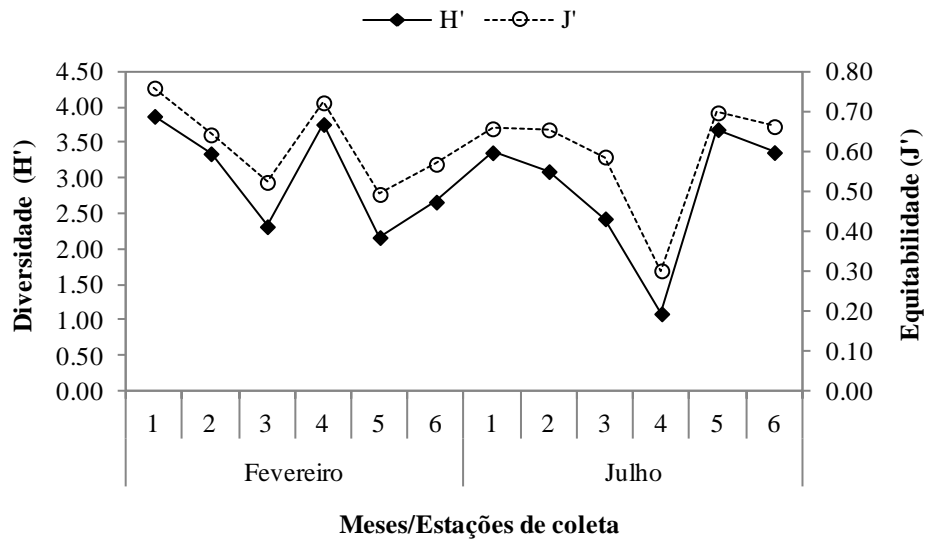


Fig. 7. Diversidade específica (H') e Equitabilidade (J') registradas para o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Análises Multivariadas

A associação das amostras permitiu evidenciar uma clara similaridade entre as estações de coleta e também se mostrou evidente a variação sazonal dentro do reservatório. Cinco agrupamentos ao nível de 53,2% de similaridade foram identificados (Fig. 8). O grupo 1 reuniu apenas amostras das estações 01, 02 e 04 todas do período chuvoso, enquanto que o grupo 2 compreendeu amostras das estações 03, 05 e 06 também do mesmo período. Já o terceiro grupo foi formado por amostras das estações 01, 05 e 06 do período menos chuvoso enquanto que o grupo quatro foi formado apenas pela estação 04 (menos chuvoso) e por fim o quinto e último grupo reuniu amostras das estações 02 e 03 também do mesmo período.

as espécies com maior contribuição foram *Aulacoseira granulata* (21,61%; Sim/SD=7,61), *Aulacoseira distans* (9,23%; Sim/SD=7,79). Enquanto que no grupo 4 (59,82%) a espécie de cianobactéria do gênero *Geitlerinema* teve uma contribuição de 71,79% (Sim/SD=7,26), *Anabaena* sp. (13,34%; Sim/SD=2,21). O grupo 5 (55,12%) foi formado basicamente pela *Geitlerinema* sp. (35,97%; Sim/SD=5,36) e *Monoraphidium arcuatum* (7,79%; Sim/SD=2,09).

A análise de componentes principais –APC mostrou que os dois primeiros componentes explicaram juntos 57,9% da variação dos dados. O componente 1 foi definido pela sazonalidade, uma vez que a turbidez (coeficiente: 0,41) separou o período seco do chuvoso. Esta variável também se correlacionou positivamente com o DQO (coeficiente: 0,37) e STS (coeficiente: 0,37). O componente 2 foi definido pela DBO (coeficiente: 0,13), fosfato (coeficiente: 0,18) e pela transparência (coeficiente: 0,05) (Fig. 9).

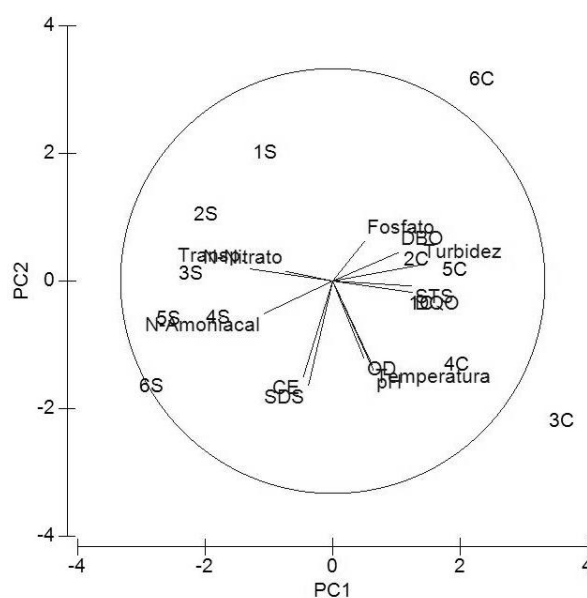


Figura 9: Análise de Componentes Principais para as variáveis ambientais no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Correlação entre as variáveis bióticas e abióticas

A correlação de Spearman mostrou uma correlação positiva entre a densidade e o nitrogênio amoniacal ($r_s = 0,60$) e correlação negativa com a DQO ($r_s = 0,57$). Já as correlações entre a turbidez ($r_s = 0,70$), os sólidos totais em suspensão ($r_s = 0,67$), DQO ($r_s = 0,66$), e temperatura ($r_s = 0,60$) com a clorofila *a* foram todas positivas (Tabela 1).

Tabela 1. Correlação de Spearman entre os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica e as variáveis físico-químicas e clorofila-*a* mensuradas no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Variáveis	N	Spearman r	t (N-2)	p
Clorofila e Transparência	12	-0,572	-2,205	0,052
Clorofila e Turbidez	12	0,709	3,181	0,010
Clorofila e STS	12	0,676	2,902	0,016
Clorofila e DQO	12	0,661	2,784	0,019
Clorofila e DBO	12	0,569	2,188	0,054
Clorofila e pH	12	0,225	0,731	0,481
Clorofila e Temperatura	12	0,601	2,376	0,039
Clorofila e CE	12	-0,295	-0,975	0,352
Clorofila e OD	12	0,378	1,290	0,226
Clorofila e Nitrito	12	-0,014	-0,044	0,965
Clorofila e N- Amoniacal	12	-0,315	-1,048	0,319
Clorofila e Fosfato	12	-0,077	-0,244	0,812
Densidade e Transparência	12	0,477	1,717	0,117
Densidade e Turbidez	12	-0,575	-2,221	0,051
Densidade e STS	12	-0,474	-1,704	0,119
Densidade e DQO	12	-0,580	-2,249	0,048
Densidade e DBO	12	-0,512	-1,887	0,089
Densidade e pH	12	0,239	0,780	0,454
Densidade e Temperatura	12	-0,060	-0,190	0,853
Densidade e CE	12	0,333	1,118	0,290
Densidade e OD	12	0,000	0,000	1,000
Densidade e Nitrito	12	0,151	0,484	0,639
Densidade e N- Amoniacal	12	0,608	2,424	0,036
Densidade e Fosfato	12	-0,538	-2,021	0,071

Clorofila-*a*

As concentrações de clorofila *a* variaram entre 2,40 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (estação 05 do período menos chuvoso) com média de $4,29 \pm 2,12$ a 21,39 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (estação 03 do período chuvoso), com média de $12,31 \pm 6,19$. Não foram observadas diferenças significativas entre as estações de coleta ($F=0,59$; $p>0,05$), setores ($F=1,74$; $p>0,05$) e posição ($F=0,12$; $p>0,05$). Entretanto, houve diferença significativa desta variável em relação aos períodos sazonais ($F=10,58$; $p<0,05$) (Fig. 10).

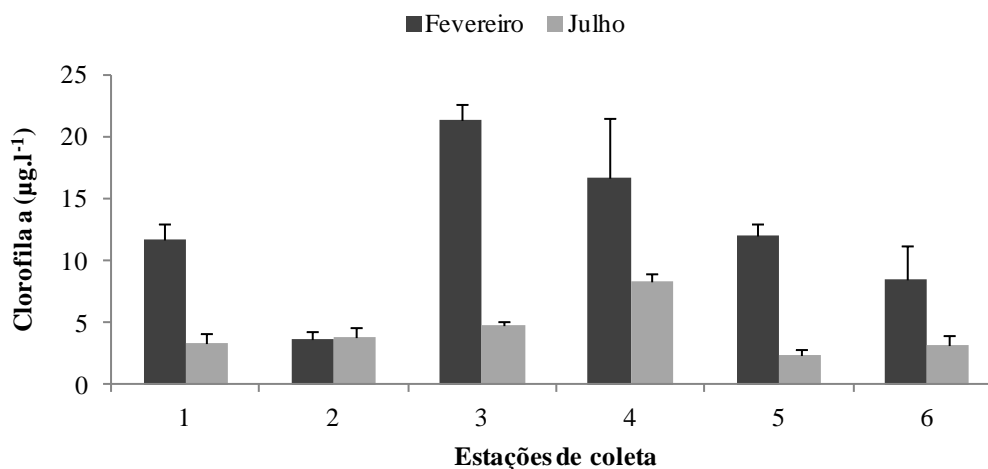


Figura 10: Variação média (\pm D.P.) da biomassa fitoplanctônica (Clorofila-a) em $\mu\text{g.l}^{-1}$ da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Discussão

A construção de ambientes artificiais, com a finalidade de armazenamento de água para abastecimento público, irrigação e principalmente para a geração de energia elétrica, têm sido cada vez mais comum no Brasil, no entanto, poucos são os estudos sobre a diversidade de sua flórua fitoplanctônica (Huszar, 1989), sendo um dos principais objetivos a compreensão dos fatores que regulam a dinâmica e a produção desses organismos, uma vez que são os principais produtores primários nos sistemas aquáticos, e base das cadeias alimentares.

No reservatório de Tucuruí, os menores valores de transparência observados no período chuvoso se devem, provavelmente, ao aumento da precipitação pluviométrica e consequente aumento de sólidos totais em suspensão no sistema decorrente do transporte de material alóctone. Além disso, variáveis como DBO e DQO foram maiores também neste período, uma vez que são importantes no que se refere à presença de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos, sendo indicadores de grande relevância na qualidade das águas.

A comunidade fitoplanctônica local apresentou alta riqueza de espécies, sendo que as desmídias foram as mais representativas. Estas algas pertencem à classe Zygomatophyceae e são conhecidas, desde muito tempo, como bons marcadores ecológicos (Nováková, 2003), além de serem restritas a ambientes de água doce, muitas espécies são capazes de resistir a longos períodos de dissecação (Brook, 1981). Trabalhos como o de Melo et al. (2005), para o

lago Tupé (AM), também descreveram para região amazônica elevada riqueza de espécies para esse grupo, com destaque para os gêneros *Staurastrum* Meyen, *Staurodesmus* Teiling e *Closterium* Nitzsth ex Ralfs.

As cianobactérias constituíram um grupo de grande relevância para o Reservatório de Tucuruí tanto em riqueza de espécies, abundância relativa e densidade, semelhante ao observado em outros lagos brasileiros (Sant'Anna et al., 1997; Bicudo et al. 1999; Sant'Anna & Azevedo, 2000). Estes organismos compõe um dos grupos fitoplanctônicos mais importantes em águas eutrofizadas devido a sua capacidade de formar florações que, em mais de 60% dos casos, são tóxicas (Costa & Azevedo 1994). Além disso, podem ser encontrados em quase todos os ambientes e algumas espécies possuem distribuição cosmopolita. Beyruth (2000) destaca como fatores propícios ao crescimento das cianobactérias: alta temperatura, disponibilidade de nutrientes, estabilidade da coluna d'água e baixa intensidade luminosa.

A ocorrência dos gêneros *Anabaena*, *Microcystis* e *Pseudanabaena* em alta frequência e densidade para a área de estudo é um importante alerta para a região, uma vez que espécies desses gêneros já foram descritas na literatura como formadores de florações de algas e produtores da cianotoxina microcistina (Sant'anna & Azevedo, 2000). O conhecimento aprofundado desse grupo para a região em estudo se faz necessário, especialmente, pelo interesse na área da saúde ambiental e saúde pública, uma vez que a legislação vigente prevê monitoramento destas tanto em águas superficiais (Resolução CONAMA 357/2005 atualizada na versão Resolução CONAMA 430/2011) quanto em águas destinadas ao consumo humano (Portaria MS 518/2004 atualizada na versão Resolução Portaria MS 2914/2011), uma vez houve um aumento no número de relatos de florações de cianobactérias com liberação de toxinas na água em lagos brasileiros como o observado por Sant'Anna et al. (1997) e amazônicos como o estudo realizado por Vieira et al. (2005).

A densidade fitoplanctônica da área de estudo foi relativamente maior durante o período seco, apresentando uma variação sazonal bem definida para tal período. Certamente este fato está relacionado com a maior quantidade de material em suspensão durante a época chuvosa, determinando uma baixa transparência e conseqüentemente redução da luminosidade o que ocasiona a inibição do desenvolvimento fitoplanctônico, sendo este um fator limitante para o florescimento destes organismos no período de maior precipitação (Paiva et al., 2006).

As diferenças sazonais observadas para riqueza de espécies podem estar relacionadas ao fato de que no período seco existe uma maior estabilidade hidrodinâmica dos sistemas aquáticos, o que favoreceria o aparecimento de novas espécies mais adaptadas a essas

condições ambientais. Ratificando isso, neste mesmo período houve uma maior transparência da água decorrente da menor concentração de material em suspensão o que provoca o aumento da camada fótica. Sendo este fator de fundamental importância na produtividade fitoplanctônica, uma vez que influencia diretamente na taxa de fotossíntese da comunidade.

Em relação aos teores de clorofila-a, estes não acompanharam as variações observadas na densidade da comunidade, apresentando um comportamento inverso, principalmente com respeito à variação sazonal. Desta forma, pode-se inferir que os elevados valores de clorofila a observados durante o período chuvoso foi consequência do aumento da disponibilidade de nutrientes o que favoreceu o crescimento algal; além disso, um fator importante pode estar associado à clorofila detrital (feopigmentos) proveniente da decomposição da vegetação inundada, os quais podem superestimar as concentrações reais de clorofila-a (Sassi, 1987).

Em vista disso, a variação sazonal bem definida para a área de estudo indicou que a dinâmica da comunidade fitoplanctônica é influenciada tanto por variáveis abióticas como turbidez, temperatura, sólidos totais em suspensão e demanda bioquímica de oxigênio, quanto por parâmetros biológicos como densidade e clorofila a, os quais determinam a estrutura do fitoplâncton.

Agradecimentos

Este estudo fez parte do Projeto “Utilização de Modelagem Matemática 3D na gestão da qualidade da água em mananciais: Aplicação no Reservatório de Tucuruí –PA” financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq. Ao laboratório de Planejamento e Desenvolvimento de Fármacos da Universidade Federal do Pará; Laboratório de Toxicologia Ambiental e de Biologia Ambiental, ambos da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos. À pesquisadora Dra. Andrea Tucci pela valiosa ajuda na identificação de algumas espécies do presente estudo.

Referências

- Alves, C. S. L., 2005. Avaliação sazonal e temporal de variáveis físico-químicas no Reservatório de Tucuruí-PA. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 111p.
- Ariyadej Ch., P. Tansakul, R. Tansakul, 2008. Variation of phytoplankton biomass as chlorophyll a in Banglang Reservoir, Yala province, Songklanakarín. *J Sci Technol* 30(2): 159-166.
- Beyruth, Z., 1996. Comunidade fitoplanctônica da Represa de Guarapiranga: 1991-1992. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Beyruth, Z., 2000. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga Reservoir, São Paulo State, Brazil. *Hydrobiologia*, 424: 51-65.
- Bicudo, C. E. M., M. Menezes, 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil. 2. Ed. São Carlos: Rima, 502p.
- Bicudo, C. E. M., J. J. R. Ramirez, A. N. Tucci-Moura & D. C. Bicudo, 1999. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o Lago das Garças, São Paulo. In: R. HENRY (Ed.) "Ecologia de reservatórios: Estrutura, função e aspectos sociais", p. 449-508.
- Bozelli, R.L., V. L. M. Huszar, 2003. Comunidades fito e zooplanctônicas continentais em tempo de avaliação. In: BOZELLI, R.L.; BONECKER, C.; SALMEIRO, A. *Limnotemas*. São Carlos. 32p.
- Brasil. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama, nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em 15 mar. 2013.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº518 de 25 de março de 2004. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf>. Artigo em PDF. Acesso em 15 mar. 2013.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama 430/2011 de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Artigo em PDF. Acesso em 25 mar. 2013.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Artigo em PDF. Acesso em 25 mar. 2013.

- Bray, J.R., J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol Monogr* 27: 325–349
- Brook, A. J., 1981. The biology of desmids. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 276p.
- Carvalho, M., 2003. Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios do Estado de São Paulo. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Comissão Mundial de Barragens (CMB), 2000. Estudo de caso da UHE Tucuruí (Brasil). Relatório final da Fase Escopo, Belém. 5p.
- Costa, S. M. & S. M. F. O. Azevedo, 1994. Implantação de um banco de culturas de cianofíceas tóxicas. *Iheringia*, 45: 69-74.
- Deus, R., D. Brito, I. A. Kenov, M. O. Lima, V. B. Costa, A. Medeiros, R. Neves & C.N. Alves, 2013. Three-dimensional model for analysis of spatial and temporal patterns of phytoplankton in Tucuruí reservoir, Pará, Brazil. *Ecological Modelling*. 253: 28–43.
- Eletrobrás. Centrais Elétricas Brasileiras S.A., 2010. Manual do Sistema de Gestão Ambiental- UHE Tucuruí. São Paulo. 31p.
- Fisch, G., M. Januário, R. C. Senna, 1990. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): climatologia. *Acta Amazônica*, 20: 49 – 60.
- Huszar, V. L. M, 1989. Considerações sobre o fitoplâncton da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. 1: 107-123.
- Lobo, E. & G. Leighton, 1986. Estructuras Comunitarias de las Fitocenosis Planctónicas de los Sistemas de Desembocaduras de Rios y Esteros de la Zona Central de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 22: 1-29.
- Lund, J.W.G., C. Kipling & E.D. Lecren, 1958. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11:143-170.
- Mateucci, S. D., A. Colma, 1982. La Metodología para el Estudio de la Vegetación. *Coleccion de Monografías Científicas. Série Biologia* 22: 1-168.
- Melo, S.; S.R.M., Rebelo, K. F., Souza, C. C. Soares & M.G. Sophia, 2005. Desmídias de ocorrência planctônica: In: Santos Silva, E.N.; Aprile, F.M.; Scudeller, V.V.; Melo, S. Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sócio-cultura do baixo rio Negro, Amazônia Central. Manaus: INPA. p. 99-108.
- Nováková, S., 2003. Ecological distribution patterns of desmid species in subalpine regions of the Krkonose Mts (Czech Republic). *Biologia*, 58: 697-700.
- Novo, E. M. L. M.; J. S. Pires, 1990. Sensoriamento remoto e limnologia: estudos preliminares do Reservatório da UHE Tucuruí. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 6. Manaus. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 485-496.

- Padisák, J., G. Borics, I. Grigorszky & É. Soróczy-Pintér, 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: The assemblage index. *Hydrobiologia*, 553: 1–14.
- Paiva, R. S., E. Eskinazi-Leça, J. Z. O. Passavante, M. G. G. Silva-Cunha & N. F. A. C. Melo, 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 1: 133-146.
- Parsons, T. R. & J. D. H. Strickland, 1963. Discussion of Spectrophotometric Determination of Marine Plankton Pigments with Revised Equations of Ascertaining Chlorophyll α and Carotenoids. *Journal of Marine Research*, 21: 155-163.
- Pielou, E. C., 1977. *Mathematical Ecology*. New York: Wiley. 385p.
- Rodrigues, L. L.; C. L. Sant'anna & A. Tucci, 2010. Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 31: 1-15.
- Rosini, E. F.; C.L. Sant'anna & A. Tucci. Chlorococcales (exceto Scenedesmaceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, Brasil: Levantamento florístico. *Hoehnea* (no prelo).
- Round, F. E; R. M. Crawford; D. G. Mann. 1990. *The diatoms: Biology and morphology of the genera*. Cambridge, University Press. 747 p.
- Sant'anna, C. L. & M. T. de P. Azevedo, 2000. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia*, 71: 359-385.
- Sant'Anna, C. L., L. Sormus, A. Tucci & M.T.P. Azevedo, 2007. Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. *Hoehnea* 24: 67-86.
- Sassi, R., 1987. Fitoplâncton da formação recifal da ponta do Seixas (Lat. 7°09'16" S, Long. 34°47'35" W) Estado da Paraíba-Brasil: composição, ciclo anual e alguns aspectos físiocológicos. Tese (Doutorado) – Universidade São Paulo, São Paulo.
- Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bulletin of System Tecnology Journal* 27: 379-423.
- Tundisi, J. G. 1999. Reservatórios como Sistemas Complexos: Teoria, Aplicações e Perspectivas para Usos Múltiplos. In: *Ecologia de Reservatório: Estrutura, Função e Aspectos Sociais – Botucatu: Fundibio: Fapesp*, p. 19-38.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38.
- Vieira, J. M. S., M. T. P. Azevedo, S. M. O. Azevedo, R. Y. Honda & B. Corrêa, 2005. Toxic cyanobacteria and microcystin concentrations in a public water supply reservoir in the Brazilian Amazonia region. *Toxicon-Elsevier* 45: 901-909.

CAPÍTULO 2

VARIAÇÃO VERTICAL DA DENSIDADE E BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (PARÁ, BRASIL)

Este capítulo foi redigido segundo as normas do periódico Hydrobiologia (Anexo 1)

Variação Vertical da Densidade e Biomassa Fitoplanctônica no Reservatório da UHE Tucuruí (Pará, Brasil).

Resumo

O presente trabalho objetivou caracterizar a variação espaço-temporal da composição, densidade e biomassa do fitoplâncton em perfil vertical no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) durante os meses de fevereiro e julho de 2011, correspondentes aos períodos chuvoso e menos chuvoso, respectivamente. As coletas foram realizadas em seis estações de amostragem distribuídas ao longo do Reservatório, sendo realizados três estratos verticais para as amostras quantitativas e de clorofila-a. Parâmetros como pH, temperatura, OD, condutividade elétrica, DQO, DBO, turbidez, STS e nutrientes foram mensurados. O fitoplâncton foi representado por 286 espécies, sendo a classe Zygomatophyceae a de maior riqueza. Os maiores valores de densidade foram encontrados para o período seco, sendo Cyanophyceae a classe que mais contribuiu com destaque para o gênero *Geitlerinema* com 80,56% da densidade total da classe. De maneira geral, tanto os parâmetros físico-químicos, como os biológicos mensurados apresentaram diferença entre os períodos sazonais, porém não foram observadas diferenças entre os estratos. Em virtude dos dados obtidos e da importância do lago para a região, faz-se necessário o monitoramento contínuo das cianobactérias pelo risco de ocorrência de florações com produção e liberação de toxinas, as quais podem afetar a saúde humana e o equilíbrio do ambiente aquático.

Palavras-chave: Cianobactérias; Monitoramento; Floração; Amazônia

Introdução

Os reservatórios são ecossistemas aquáticos complexos que apresentam gradientes horizontais e verticais, padrão dinâmico com interações entre seus componentes estruturais, físico-químicos e biológicos que, em conjunto respondem de maneira rápida a qualquer alteração em seus mecanismos de funcionamento (Tundisi, 1999; Straskraba, 1999). São construídos para diversos fins como produção de hidroeletricidade, abastecimento de água, aqüicultura e turismo. Assim, os reservatórios interferem na qualidade da água, nos mecanismos de funcionamento e na sucessão das comunidades aquáticas e nas bacias hidrográficas (Tundisi et al., 2008). Dentre as diferentes modificações incluem-se a transformação de um ambiente lótico em lêntico, interferindo nos componentes hidrológicos, climatológicos e biológicos locais, produzindo ainda várias alterações sobre as comunidades aquáticas e a qualidade da água (Renault & Santos, 2002; Silva et al., 2005).

O uso de indicadores biológicos, como os organismos fitoplanctônicos, tornou-se uma importante ferramenta para a caracterização da qualidade ecológica dos ambientes, uma vez que respondem a alterações em seu habitat com mudanças em sua abundância, riqueza, morfologia, fisiologia ou comportamento (Hino & Tundisi, 1977; Dubelaar et al., 2004).

Para o reconhecimento de padrões verticais do fitoplâncton, é necessário conhecer o grau de estruturação vertical da massa de água, além da natureza dos componentes fitoplanctônicos com relação à capacidade em regular sua posição na coluna d'água através de estratégias adaptativas particulares. Além disso, tal estruturação da comunidade tem sido avaliada, frequentemente, e estudos no Brasil, a partir de amostras coletadas em perfis verticais de profundidade com intensidades luminosas distintas mostrando diferenças significativas. (Huszar & Giane, 2004).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e sua distribuição vertical no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) durante dois ciclos sazonais.

Material e métodos

Área de estudo

O reservatório de Tucuruí foi construído em 1985 e está situado no sudeste do estado do Pará, possui uma área inundada de 2430 Km² e uma altitude média local de 72 m.

O reservatório recebe as águas do rio Tocantins (40%) do Araguaia (45%), e do Itacaiúnas (5%). Porém, sua formação ocorreu através do barramento do rio Tocantins, um dos principais da região. No trecho em que foi represado pela construção da barragem, as novas condições ambientais geradas ocasionaram intensas modificações tanto nos parâmetros ambientais, quanto em relação às comunidades bióticas presentes no local (Alves, 2005).

O rio Tocantins está inserido na Bacia Araguaia-Tocantins possuindo uma vazão média anual de 10.900 m³s⁻¹, com volume médio anual de 344.000 m³ (CMB, 1999).

A partir das águas represadas do rio, o reservatório deu origem a um lago artificial, o qual abrange uma área de aproximadamente 3.000 Km² com volume médio de 45,5 Km³, profundidade máxima de 75 m. Sua área de drenagem é de aproximadamente 758.000 km², com uma vazão média afluente de 11.090 m³s⁻¹ (Novo & Pires, 1990). O clima da região é classificado como tropical úmido (AMW), sendo caracterizado por apresentar regime pluviométrico anual superior a 2.500 mm. De acordo com Fisch et al. (1990), o período mais chuvoso compreende os meses de fevereiro e março, enquanto que o menos chuvoso estende-se de julho a setembro.

Coleta e análise das amostras

As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro e julho de 2011 (período de maior e menor precipitação pluviométrica, respectivamente) em seis estações de coleta distribuídas ao longo do Reservatório de Tucuruí, onde foram realizados três estratos verticais (A, B e C) ao longo da coluna d'água e três réplicas para cada estrato, totalizando nove amostras por estação de coleta para análise de clorofila-a e análises quantitativas do fitoplâncton.

Para obter as profundidades de coleta dos estratos, a transparência da água foi aferida com o auxílio do Disco de Secchi de 30 cm de diâmetro e os valores obtidos de acordo com Cole, (1975) obtendo-se as profundidades correspondentes a 100, 50 e 1% de penetração da radiação solar.

Os parâmetros físico-químicos como Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), Condutividade Elétrica (CE) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD), foram medidos com auxílio de uma sonda multiparamétrica. Amostras diretas de água foram coletadas para a determinação das variáveis: Nitrato (N-NO₃-), Nitrogênio Amoniacal (N-NH₄) e Fosfato (PO₄-3), as quais foram quantificadas pelo Sistema de Cromatografia de Íons (CI). Outros parâmetros como Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), turbidez, sólidos totais em suspensão (STS) e sólidos totais dissolvidos (SDS) foram determinados por Espectrofotometria de UV-VIS.

As amostras biológicas destinadas ao estudo qualitativo do fitoplâncton foram coletadas com o auxílio de redes de plâncton com malhas de 20 e 64 µm de abertura, através de arrastos horizontais na sub-superfície da água e fixadas em solução de Transeau (Bicudo & Menezes, 2006). Em laboratório, estas foram analisadas em microscópico óptico trinocular (modelo AxioStar Plus da marca Carl Zeiss) e a identificação dos táxons foi baseada nas características morfológicas e morfométricas obtidas com o auxílio de um sistema de captura de imagem (AxioCamMRc).

A classificação dos táxons foi baseada em Bicudo & Menezes (2006) e Round (1990) exceto para as espécies *Dolichospermum circinalis* (Rabenhorst) Walcklin, Hoffmann & Komárek 2009, *Monactinus simplex* (Meyen) Corda 1839, *Stauridium tetras* (Ehrenberg) Hegewald 2005, as quais foram classificadas de acordo com Santana et al. (2007); Rosini et al. (no prelo); Rodrigues et al. (2010) respectivamente.

As amostras para a determinação da densidade fitoplanctônica (ind.ml⁻¹) e a biomassa (clorofila a) foram obtidas com o auxílio de garrafas de Van Dorn (5 l) e fixadas em solução de lugol acético e gelo, respectivamente. As análises quantitativas foram realizadas segundo a técnica de Uthermöhl (1958), com o auxílio de câmaras de sedimentação e observadas ao microscópio invertido Axiovert 40 c (modelo MP-0162 da marca Carl Zeiss) sob um aumento de 400 vezes e os resultados expressos em indivíduos por mililitro. Já para a clorofila-a, as amostras foram filtradas em microfiltros MILIPORE (45 µm) e analisadas através do espectrofotômetro (Espectrofotômetro, marca Hanna, modelo D2000) seguindo o método de Parsons & Strickland (1963).

A frequência de ocorrência foi calculada de acordo com Mateucci & Colma (1982). A diversidade das espécies foi baseada no índice de Shannon (1948) e a equitabilidade segundo Pielou (1977). Todos os dados foram testados quanto à normalidade e a homocedasticidade, através dos testes de Cochran & Bartlett's. Nos casos em que esses pressupostos não foram atendidos, foram realizadas transformações matemáticas.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada para comparar os parâmetros físico-químicos e os biológicos entre as diferentes estações de coleta, estratos (A, B e C), setores (inferior, médio e superior), posição (central e margem) e os períodos sazonais (chuvoso e menos chuvoso). Em seguida foi aplicado um teste *a posteriori* com o objetivo de indicar as diferenças existentes entre as médias dos tratamentos utilizados na ANOVA. Para todos os testes foi utilizado o nível de significância de 5%.

As análises multivariadas foram realizadas com base em matrizes de densidades fitoplanctônicas (ind.mL^{-1}) das espécies com abundância relativa superiores a 10%, quando necessário, os valores de densidade foram transformados através da raiz quarta. Para a análise de agrupamento, a construção do dendograma e o MDS (Multidimensional Scaling/Escalonamento Multidimensional), foi utilizado o cálculo de similaridade de Bray-Curtis (1957). A análise de *Simper* (Percentual de Similaridade) foi aplicada para indicar quais espécies contribuíram substancialmente para a formação dos grupos definidos pelas análises de cluster.

Para a ordenação dos parâmetros abióticos e das estações de coleta foi aplicada a análise multivariada de componentes principais - ACP (matriz de correlação).

A análise de correlação de Spermán (r_s) foi utilizada para correlacionar a clorofila-a e as densidades dos grupos fitoplanctônicos aos diversos parâmetros abióticos analisados.

Resultados

Variáveis abióticas

Entre os parâmetros físico-químicos, a DBO não diferiu significativamente entre as estações de coleta, estratos (A, B e C), setores (inferior, médio e superior), posição (central e margem) e períodos sazonais (chuvoso e menos chuvoso). Este parâmetro apresentou médias que variaram de $7,44 \pm 2,95$ mg/L no período menos chuvoso a $8,94 \pm DP 1,51$ mg/L (período chuvoso).

O pH diferiu significativamente apenas entre os setores (Tabela 1) e variou de $7,16 \pm 0,14$ no período menos chuvoso a $7,20 \pm 0,32$ para o período chuvoso.

As variáveis: turbidez, DQO, fosfato, nitrato, nitrogênio amoniacal e STS diferiram apenas entre os períodos sazonais (chuvoso e menos chuvoso) estudados (Tabela 1). A turbidez oscilou de $2,44 \pm 0,98$ mg/L (período menos chuvoso) a $20,66 \pm 4,80$ mg/L para o período chuvoso. Já a DQO variou de média $15,33 \pm 3,80$ (período menos chuvoso) a $19,83 \pm 3,53$ no período chuvoso. Enquanto que STS obteve médias de $2,00 \pm 2,80$ no período menos chuvoso e $6,88 \pm 2,51$ no período chuvoso.

Com relação aos nutrientes, para o fosfato a média foi de $0,24 \pm 0,19$ mg/L (período menos chuvoso) e $0,44 \pm 0,27$ mg/L no período chuvoso. Já as médias para o nitrato foram de $1,18 \pm 0,04$ mg/L (período chuvoso) e $2,31 \pm 1,53$ mg/L (menos chuvoso). Para o nitrogênio amoniacal a média foi de $0,30 \pm 0,16$ para o período chuvoso e $1,74 \pm 0,79$ mg/L no período menos chuvoso.

A temperatura e a transparência da água diferiram significativamente entre os estratos e entre os períodos sazonais (Tabela 1). As médias da temperatura variavam de $28,83 \pm 0,92$ °C no período menos chuvoso a $29,52 \pm 0,96$ °C no período chuvoso, enquanto que a transparência da água oscilou de $1,81 \pm 0,94$ m no período chuvoso a $5,11 \pm 2,52$ m no período menos chuvoso.

Os parâmetros OD, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos diferiram entre os pontos de coleta e os setores (Tabela 1). As médias do OD foram de $6,55 \pm 0,95$ mg.L-1 (período menos chuvoso) e $6,93 \pm 0,86$ mg L-1 para o período chuvoso. Já a condutividade obteve uma média de $40,27 \pm 5,47$ mS/cm no período menos chuvoso e $40,55 \pm 2,17$ mS/cm (período chuvoso) enquanto as médias de STD foram de $20,22 \pm 2,77$ mg/L no período menos chuvoso e $20,38 \pm 1,19$ mg/L no período chuvoso.

Tabela 1. Valores dos testes estatísticos das variáveis físico-químicas mensuradas no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

	Pontos		Estratos		Setores		Período	
	Teste	Post Hoc	Teste	Post Hoc	Teste	Post Hoc	Teste	Post Hoc
Parâmetros Abióticos								
Transparência (cm)			F=11,12	A≠C; B≠C			F=41,10	C≠S
Temperatura (°C)			H=4,76	A≠C			F=4,87	C≠S
OD (mg/L)	F=4,73	1≠3, 3≠5, 3≠6, 4≠6			F=11,83	I≠M; M≠S		
pH					H=6,95	I≠M		
CE (mS/cm)	H=14,98	1≠5			H=14,05	I≠S		
Turbidez							H=27,62	C≠S
DBO (mg/L)								
DQO (mg/L)							F=13,51	C≠S
STS (mg/L)							H=18,84	C≠S
STD (mg/L)	H=13,55	1≠5			H=12,46	I≠S		
Fosfato (mg/L)							F=7,31	C≠S
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)							H=16,15	C≠S
Nitrato (mg/L)							H=4,04	C≠S

Legenda: F=Anova; H=Kruskall-Wallis; A=Estrato A; B= Estrato B; C=Estrato C; I=Setor inferior; M=Setor médio; S=Setor superior; C=Período chuvoso; S= Período menos chuvoso.

Composição da comunidade fitoplanctônica

Para o este estudo o fitoplâncton esteve representado por 286 espécies, distribuídas em 12 classes, 41 famílias e 85 gêneros (Fig. 1) (Quadro 1-Anexo 3). Vale ressaltar que as classes: Oedogoniophyceae (1 spp.), Dinophyceae (2 spp.), Euglenophyceae (4 spp.), Fragilariophyceae (4 spp.), Xanthophyceae (6 spp.), Chrysophyceae (7 spp.), Coscinodiscophyceae (10 spp.) e Chlamydomphyceae (12 spp.) foram categorizadas como “Outros”, devido sua baixa representatividade. A classe mais representativa foi a Zygnatophyceae com 97 espécies, destacando a família Desmidiaceae (95 spp.).

Dentre a família Desmidiaceae, o gênero *Staurastrum* Meyen foi a que apresentou maior número de espécies identificadas (48 táxons), seguido por *Staurodesmus* Teiling (12 spp.) e *Cosmarium* Nitzsth ex Ralfs (11 spp.).

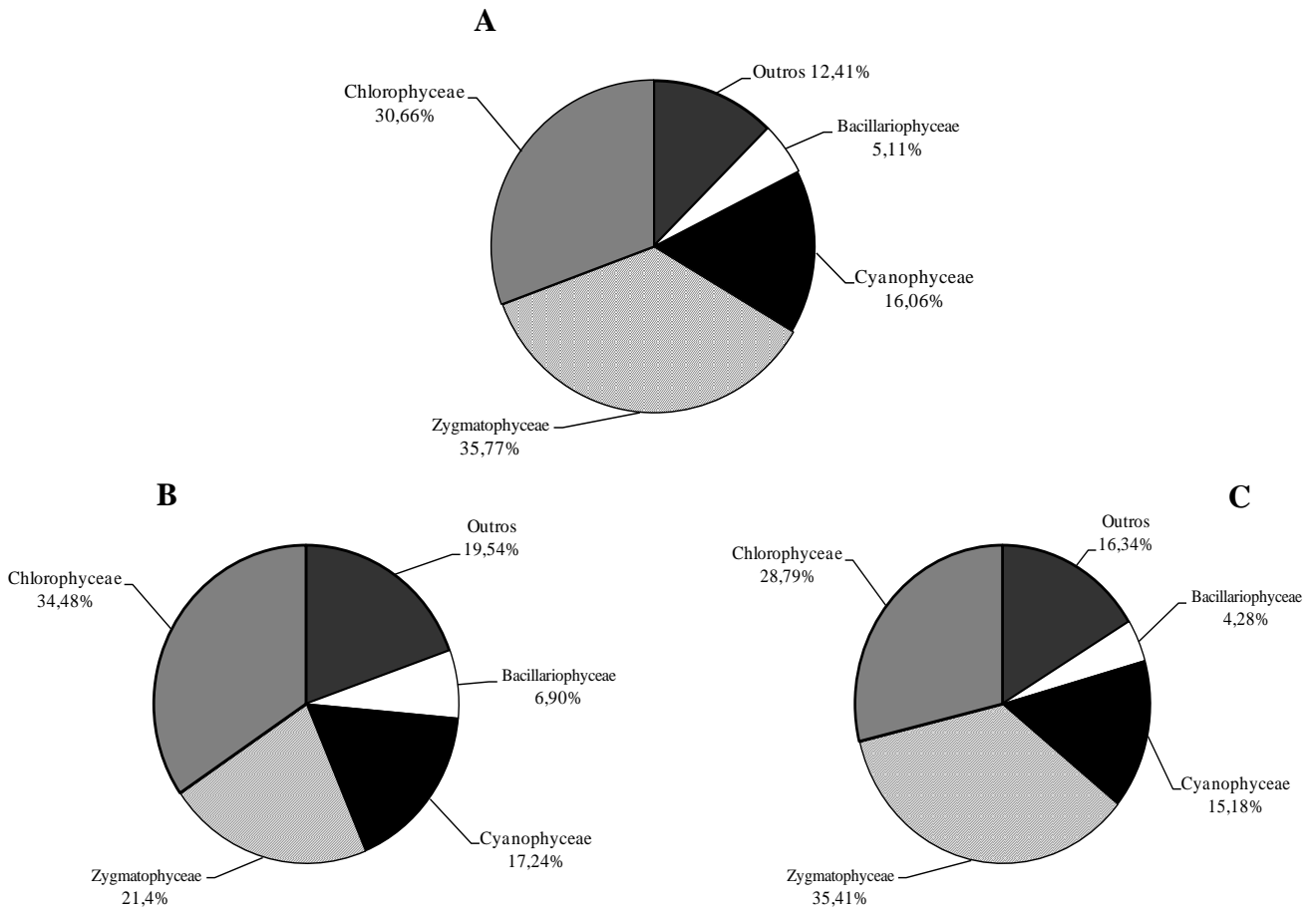


Figura 1: Composição da comunidade fitoplantônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011. A – Total; B – Período chuvoso; C – Período menos chuvoso.

Com base nas amostras de lugol, durante o período chuvoso foram registradas 174 espécies, enquanto que o período seco esteve representado por 257 espécies. O menor número de espécies (76 spp.) foi registrado na estação 03, no período chuvoso enquanto que o maior número foi observado na estação 05 no período menos chuvoso (148 spp.) (Fig. 2). A riqueza não variou significativamente entre as estações de coleta ($F=0,09$; $p>0,05$), estratos ($F=0,09$; $p>0,05$), setores ($F=0,20$; $p>0,05$) e posição ($F=0,004$; $p>0,05$), entretanto houve diferença significativa desta variável em relação aos períodos sazonais ($F=22,15$; $p<0,05$).

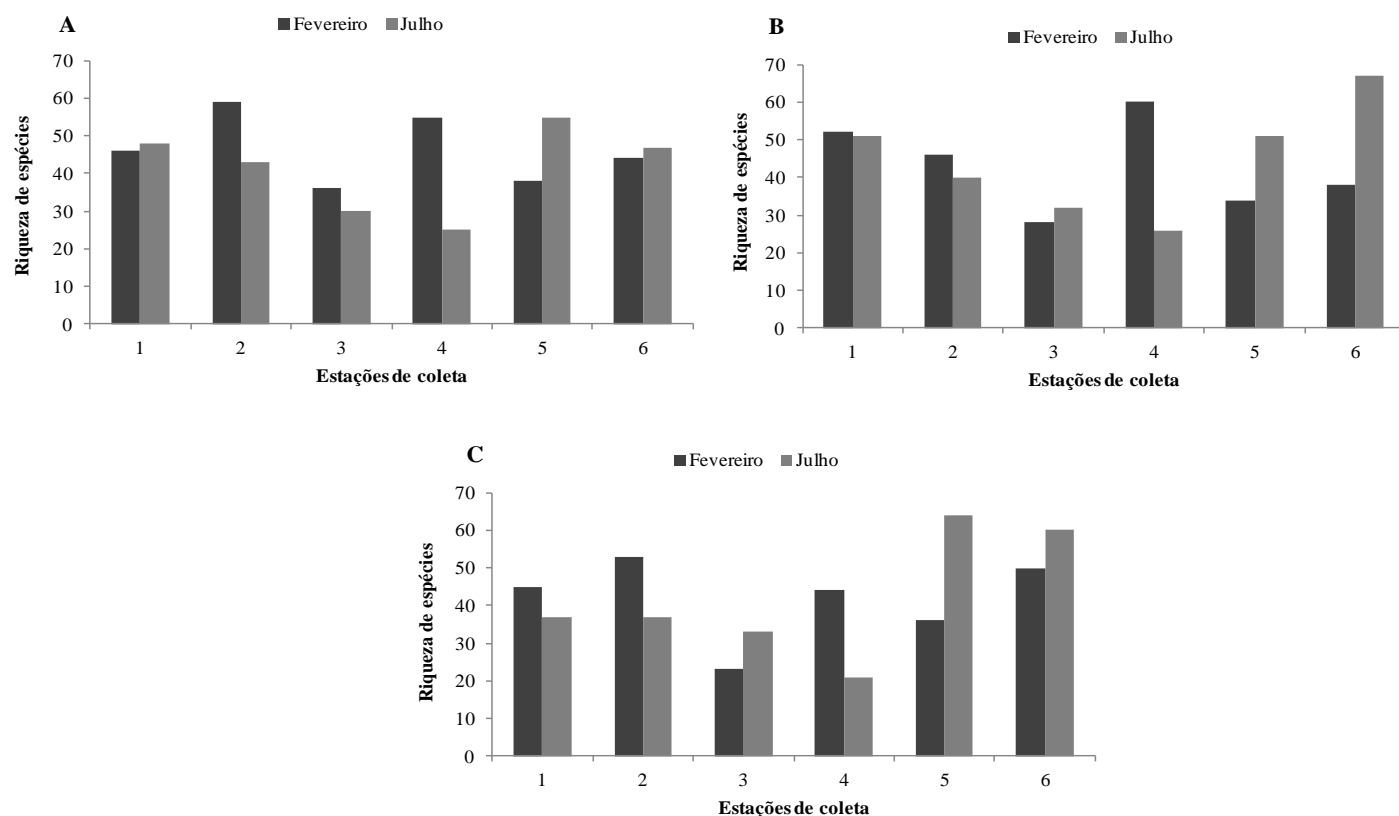


Figura 2: Riqueza de espécies da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011. A-Estrato A; B-Estrato B; C-Estrato C.

Densidade da comunidade fitoplanctônica

A densidade total da comunidade fitoplanctônica variou de $53,69 \times 10^4$ ind.mL⁻¹ (na estação 04 B3 do período chuvoso) a $1938,49 \times 10^4$ ind.mL⁻¹ (na estação 04 A3 do período menos chuvoso). Com média para o período chuvoso de $162,30 \times 10^4$ ind.mL⁻¹ \pm 125,48 e para o período seco de $467,98 \times 10^4$ ind.mL⁻¹ \pm 414,51.

Não foram registradas diferenças significativas entre as estações de coleta ($H=10,29$; $p>0,05$), entre a posição ($H=0,001$; $p>0,05$), entre estratos ($H=0,415$; $p>0,05$). No entanto, os valores de densidade, foram significativamente diferentes entre os setores ($H=8,55$; $p<0,05$), sendo que os setores inferior e médio diferiram entre si. Além disso, houve diferença significativa entre os períodos sazonais ($H=14,65$; $p<0,05$), sendo que no período menos chuvoso as densidades foram maiores do que no período chuvoso.

A classe que mais contribuiu para a densidade total foi Cyanophyceae (59,38%) com densidades que variaram de $1,03 \times 10^4$ ind.mL⁻¹ (estação 03 C3, no período chuvoso) a $1829,06 \times 10^4$ ind.mL⁻¹ (na estação 04 A3 do período menos chuvoso) (Fig.3).

Os gêneros que mais contribuíram para a densidade total da classe Cyanophyceae foram *Anabaena* (6,47 %), *Microcystis* (3,94 %), *Pseudanabaena* (1,79 %) e *Merismopedia* (2,48%). No entanto a alta representatividade da classe deve-se a presença de uma espécie do gênero *Geitlerinema* (80,56%), que apresentou valores elevados de densidade apenas em três pontos específicos da área de estudo e somente no período seco.

Em seguida, a classe Coscinodiscophyceae contribuiu com 17,22%, com valores que oscilaram de 0,00 (nas estações 02 B2, 04 A3, B2 e B3) a $134,28 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (na estação 03 B2) ambos no período menos chuvoso.

Já a classe Zygnatophyceae teve representatividade de 9,36%, com valores que oscilaram entre $2,19 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (na estação 04 B3, no período chuvoso) a $152,25 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (na estação 04 B3, no período menos chuvoso).

A classe Chlorophyceae teve contribuição de 7,20%, com densidades que variaram de $5,60 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (na estação 03 A2, no período chuvoso) a $50,26 \times 10^4$ ind.ml⁻¹ (no ponto 06 A1 no período menos chuvoso).

Diversidade e Equitabilidade

A diversidade (H') do Reservatório de Tucuruí variou de 3,12 bits.ind⁻¹ na estação 03 C3 do período chuvoso a 5,36 bits.ind⁻¹ na estação 06 B3 do período menos chuvoso, sendo observada alta diversidade em 100,00% das amostras (Fig. 4).

Não foram registradas diferenças entre os estratos ($H=0,021$; $p>0,05$), a posição ($H=0,99$; $p>0,05$) e entre os períodos sazonais ($H=3,65$; $p<0,05$). Contudo, houve diferença significativa entre os setores ($H=42,40$; $p<0,05$), sendo que o setor inferior diferiu do setor médio.

Em relação à equitabilidade (J'), o menor valor registrado foi de 0,83 (na estação 04 A13, no período chuvoso) e o maior foi de 0,98 (na estação 04 B2 no período menos chuvoso) (Fig. 5).

Com relação aos estratos ($H=0,82$; $p>0,05$), a posição ($H=0,001$; $p>0,05$) não foram registradas diferenças. Entretanto, houve diferença significativa entre as estações de coleta ($H=18,01$; $p<0,005$), sendo que as estações 03 e 05 foram diferentes da estação 01; entre os setores ($H=7,07$; $p<0,05$) que, assim como na diversidade, o setor inferior diferiu do setor médio e entre os períodos sazonais ($H=53,19$; $p<0,05$).

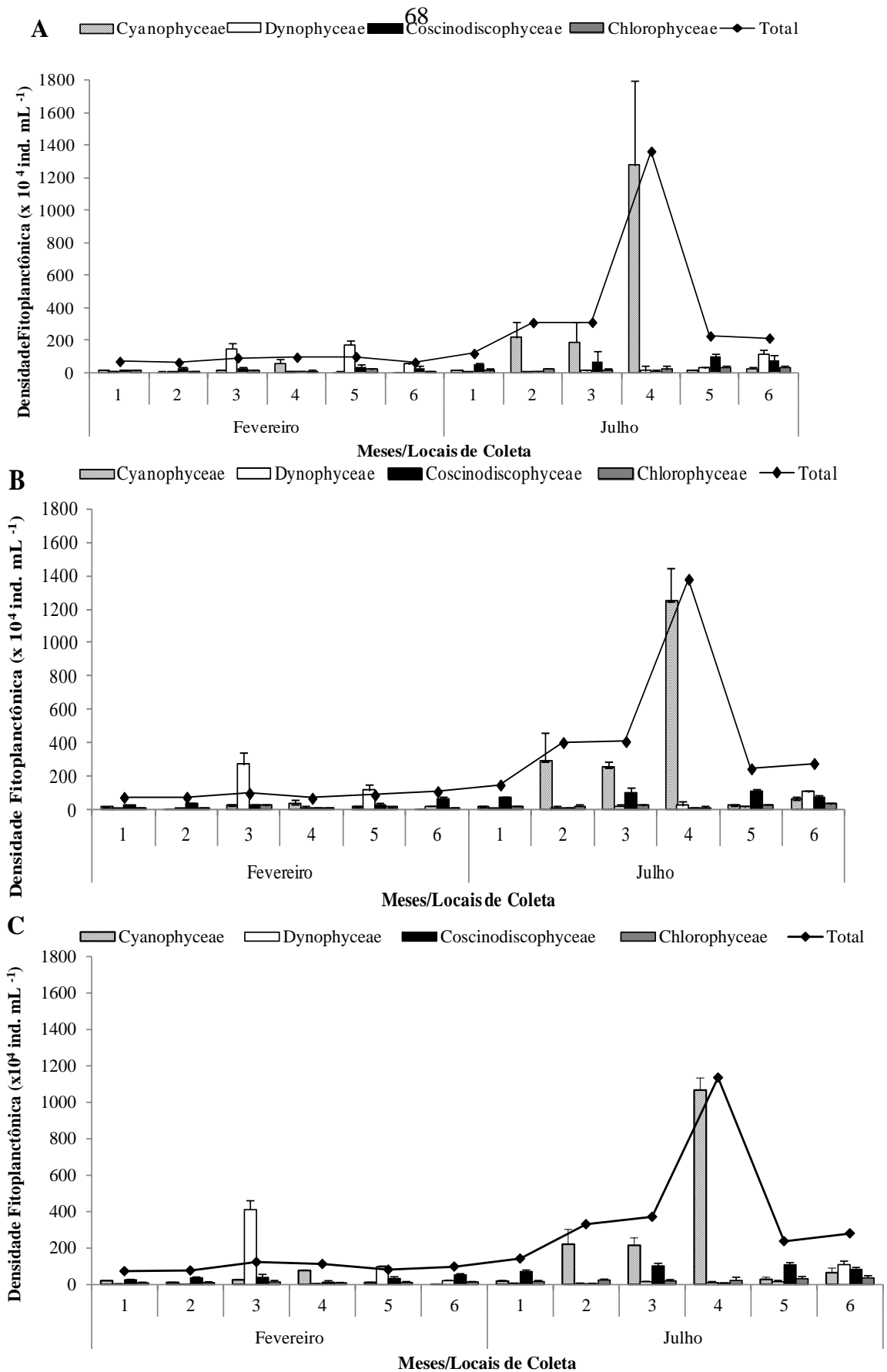


Figura 3: Variação média (\pm D.P.) da densidade total das principais classes da comunidade fitoplancônica (ind. mL^{-1}) nos estratos A, B e C do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

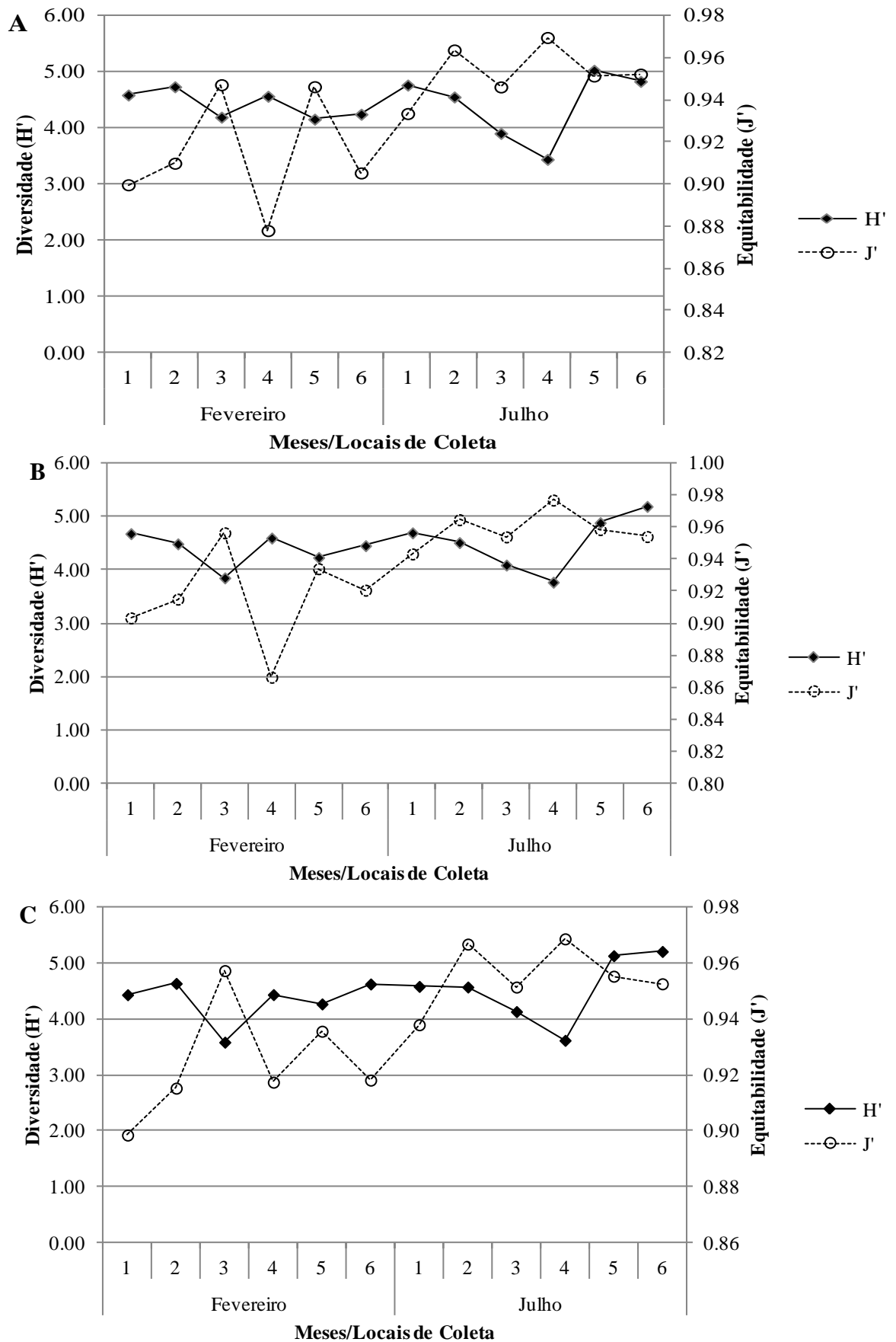


Fig. 4. Diversidade específica (H') e Equitabilidade (J') nos estratos (A, B e C) registradas para o Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Análises Multivariadas

A associação das amostras permitiu evidenciar cinco agrupamentos ao nível de 52% de similaridade (Fig.5). O grupo 1 reuniu apenas amostras das estações 01, 02 e 04 todas do período chuvoso enquanto que o grupo 2 compreendeu amostras das estações 03, 05 e 06 também do mesmo período. Já o terceiro grupo foi formado por amostras das estações 01, 05 e 06 do período menos chuvoso. Enquanto que o grupo quatro foi formado apenas pela estação 04 (período menos chuvoso) e por fim o quinto e último grupo reuniu amostras das estações 02 e 03 também do mesmo período.

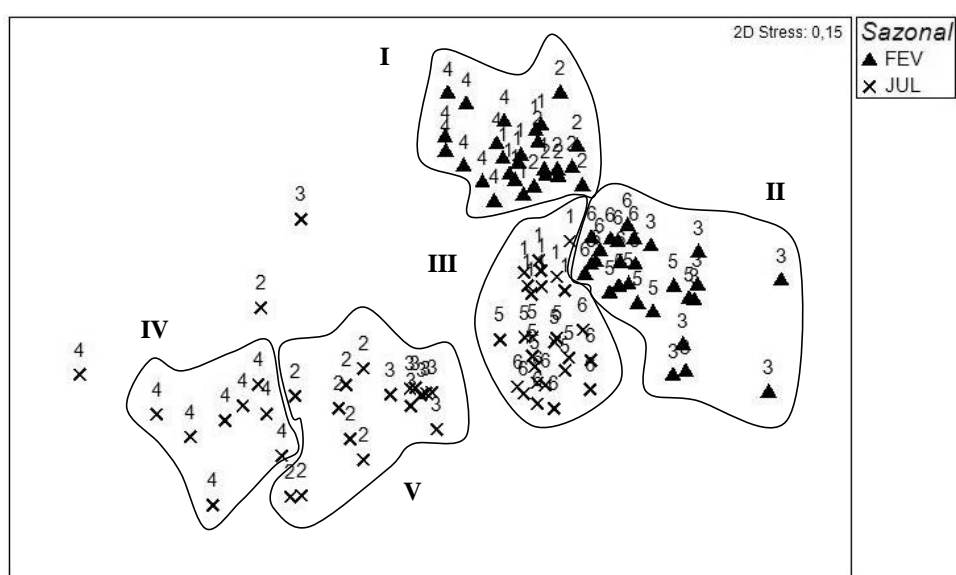


Figura 5: MDS (52% de similaridade) das amostras coletadas nos estratos A, B e C no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Através da análise SIMPER (Percentual de Similaridade), foi possível constatar a discriminação dos grupos/espécies que mais contribuíram para formação dos cinco grupos observados na associação de amostras. No grupo 1 (64,50% de similaridade), as espécies que mais contribuíram foram: *Aulacoseira granulata* (18,97%; Sim/SD=3,30), *Anabaena* sp.1 (9,92%; Sim/SD=2,30), *Scenedesmus* sp. (7,13%; Sim/SD=2,17) e *Monoraphidium arcuatum* (6,58%; Sim/SD=4,09). No grupo 2 (61,93% de similaridade), *Peridinium* sp. (31,10%; Sim/SD=2,74), *Aulacoseira granulata* (21,50 %; Sim/SD=4,43), *Monoraphidium arcuatum* (8,24%; Sim/SD=1,87). Para o grupo 3 (65,33%) as espécies com maior contribuição foram *Aulacoseira granulata* (20,96%; Sim/SD=5,99), *Aulacoseira distans* (8,21%; Sim/SD=4,24) e *Peridinium* sp. (7,90%; Sim/SD=1,59). Enquanto que no grupo 4 (65,86%) a espécie do gênero *Geitlerinema* teve uma contribuição de 61,70% (Sim/SD=11,01), *Anabaena* sp.1

(11,23%; 2,70) e *Microcystis* sp. (3,98%; 1,08). O grupo 5 (61,67%) foi formado basicamente pela espécie do gênero *Geitlerinema* (33,07%; Sim/SD=6,43), *Aulacoseira granulata* (8,38%; Sim/SD=0,99) e *Monoraphidium arcuatum* (7,72%; Sim/SD=3,21).

A análise de componentes principais – PCA mostrou que para o estrato A, os dois primeiros componentes explicaram juntos 57,9% da variação dos dados. O componente 1 foi definido pela sazonalidade, uma vez que a turbidez (coeficiente: 0,41) separou o período seco do chuvoso. Esta variável também se correlacionou positivamente com o DQO (coeficiente: 0,37) e STS (coeficiente: 0,37). O componente 2 foi definido pela DBO (coeficiente: 0,13), fosfato (coeficiente: 0,18) e pela transparência (coeficiente: 0,05), separando os períodos sazonais (Fig. 6) . Para o estrato B, os dois componentes principais explicaram 54,9% da variação dos dados, sendo que o componente 1 foi definido pela transparência da água (coeficiente: 0,46) que se correlacionou positivamente com o nitrogênio amoniacal (coeficiente: 0,41) e nitrato (coeficiente: 0,14), enquanto que o componente dois foi definido pelo nitrato (coeficiente: 0,40), fosfato (coeficiente: 0,17), pela transparência (coeficiente: 0,15) e pela temperatura (coeficiente: 0,30). Com relação ao estrato C, a variação dos dados foi de 65.2% explicada pelos dois componentes. Sendo que o primeiro foi influenciado pela transparência da água (coeficiente: 0,40), pelos nutrientes: nitrogênio amoniacal (coeficiente: 0,40) e nitrato (coeficiente: 0,29) além do pH (coeficiente: 0,17). Já o componente dois teve maior influência da condutividade elétrica (coeficiente: 0,52), sólidos totais dissolvidos (coeficiente: 0,51), pH (coeficiente: 0,42) e sólidos totais em suspensão (coeficiente: 0,24).

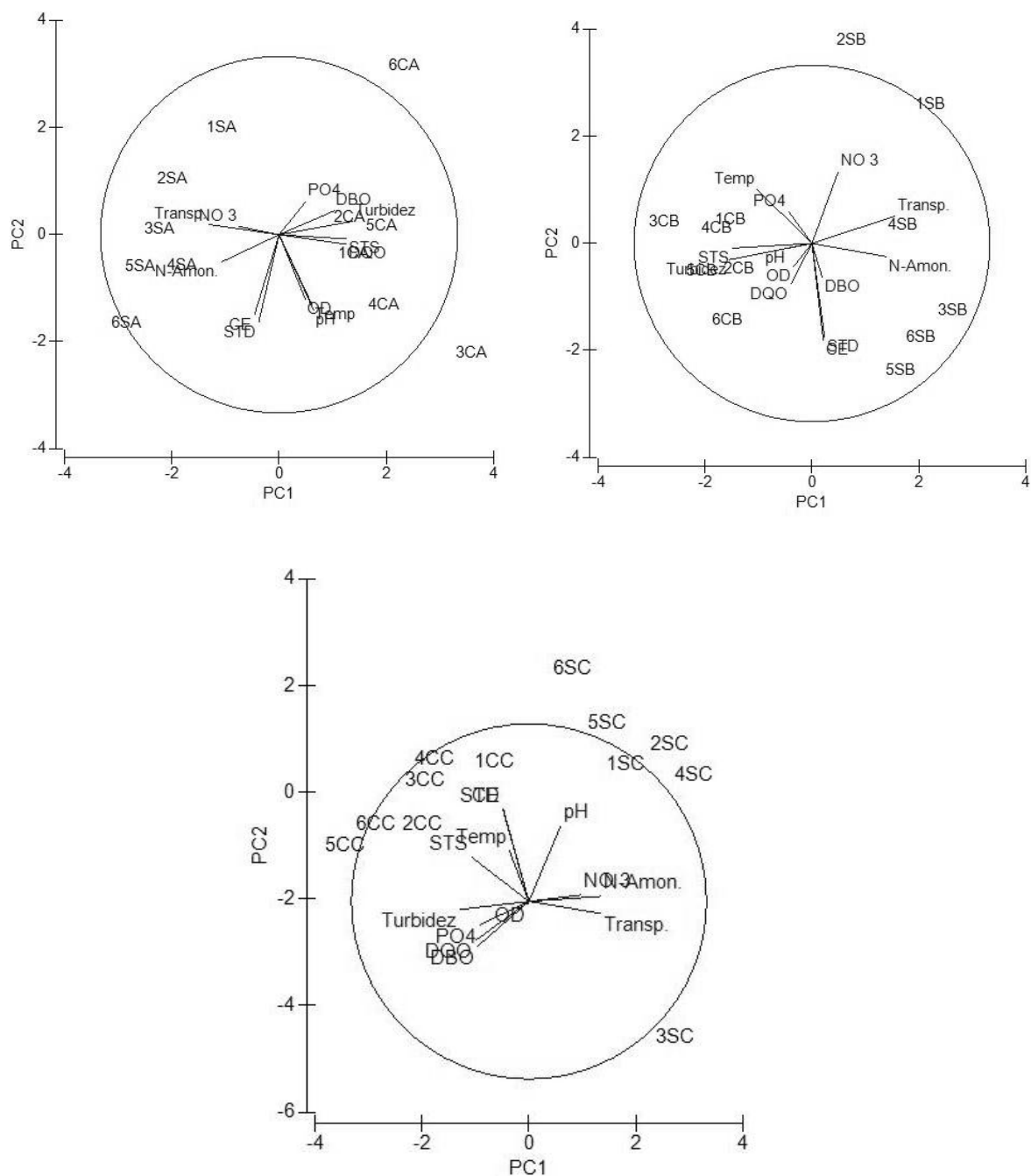


Figura 6: Análise de Componentes Principais para as variáveis ambientais nos estratos A, B e C no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011. Legenda: SA= Menos chuvoso, estrato A; SB= Menos chuvoso, estrato B; SC= Menos chuvoso, estrato C; CA=Chuvoso, estrato A; CB=Chuvoso, estrato B; CC=Chuvoso, estrato C.

Coeficiente de correlação de Spearman

As análises de correlação demonstraram baixa correlação positiva entre a densidade e o pH ($r_s=0,37$), nitrogênio amoniacal ($r_s=0,49$), transparência ($r_s=0,48$) e correlação negativa

da densidade com turbidez ($r_s = 0,48$) e sólidos totais em suspensão ($r_s = 0,41$). Já as correlações com a clorofila a foram positivas entre a temperatura ($r_s = 0,35$), oxigênio dissolvido ($r_s = 0,43$), turbidez ($r_s = 0,58$), sólidos totais em suspensão ($r_s = 0,44$) e demanda química de oxigênio ($r_s = 0,43$), e negativa em relação a transparência ($r_s = 0,41$) (Tabela 2).

Tabela 2. Correlação de Spearman entre os valores de densidade da comunidade fitoplanctônica e as variáveis físico-químicas e clorofila-*a* mensuradas no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Variáveis	N	Spearman	t(N-2)	p
Clorofila e pH	36	0,185	1,099	0,280
Clorofila e Temperatura	36	0,360	2,248	0,031
Clorofila e CE	36	-0,153	-0,900	0,374
Clorofila e OD	36	0,431	2,782	0,009
Clorofila e Nitrato	36	-0,235	-1,408	0,168
Clorofila e N Amoniacal	36	-0,321	-1,979	0,056
Clorofila e Turbidez	36	0,581	4,162	0,000
Clorofila e Fosfato	36	0,127	0,746	0,461
Clorofila e STD	36	-0,144	-0,848	0,402
Clorofila e STS	36	0,449	2,934	0,006
Clorofila e DQO	36	0,430	2,778	0,009
Clorofila e DBO	36	0,217	1,295	0,204
Clorofila e Transparência	36	-0,418	-2,687	0,011
Densidade e pH	36	0,375	2,357	0,024
Densidade e Temperatura	36	-0,186	-1,104	0,277
Densidade e CE	36	0,059	0,345	0,732
Densidade e OD	36	0,050	0,291	0,773
Densidade e Nitrato	36	0,187	1,109	0,275
Densidade e N Amoniacal	36	0,490	3,280	0,002
Densidade e Fosfato	36	-0,191	-1,136	0,264
Densidade e Turbidez	36	-0,487	-3,250	0,003
Densidade e STD	36	-0,044	-0,257	0,798
Densidade e STS	36	-0,411	-2,626	0,013
Densidade e DQO	36	-0,246	-1,480	0,148
Densidade e DBO	36	-0,113	-0,665	0,511
Densidade e Transparência	36	0,481	3,199	0,003

Clorofila-a

As concentrações de clorofila-a variaram entre $2,40 \mu\text{g.l}^{-1}$ (estação 05A do período menos chuvoso) com média de $6,09 \pm 4,78$ a $34,11 \mu\text{g.l}^{-1}$ (estação 03C do período chuvoso), com média de $12,44 \pm 8,04$ (Fig. 7). Não foram observadas diferenças significativas entre as estações de coleta ($H=8,96$; $p>0,05$), estratos ($H=0,84$; $p>0,05$) e posição ($F=0,94$; $p>0,05$). Entretanto houve diferença significativa desta variável em relação aos períodos sazonais ($F=12,59$; $p<0,05$), onde o período chuvoso foi maior que o menos chuvoso e entre setores ($F= 4,01$; $p<0,05$), onde o setor inferior diferiu do médio.

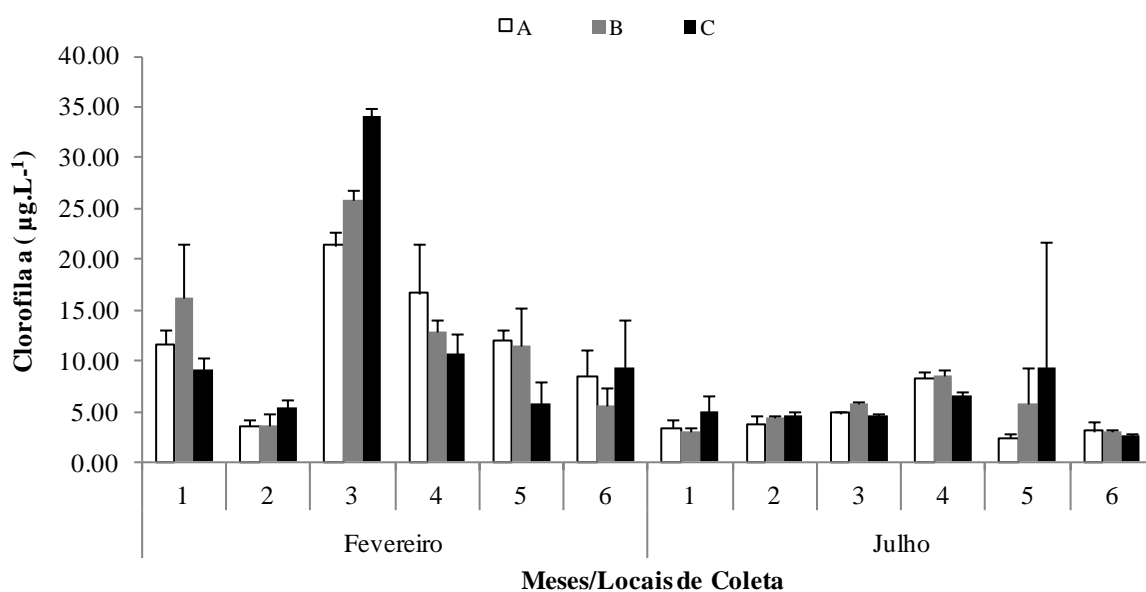


Figura 7: Variação média (\pm D.P.) da biomassa fitoplanctônica (clorofila-a) em $\mu\text{g.l}^{-1}$ nos estratos (A, B e C) da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil) nos meses de fevereiro e julho de 2011.

Discussão

O estudo da dinâmica vertical da comunidade fitoplanctônica em ambientes de lagos e reservatórios tropicais e subtropicais tem sido cada vez mais frequente, uma vez que segundo Padišák (2003), determinadas variáveis ambientais e ecológicas (penetração de luz, estratificação térmica, concentração de nutrientes, distribuição vertical do zooplâncton) tornam-se importantes para o conhecimento da estrutura dessas comunidades. Segundo Melo et al. (2004), a distribuição da comunidade fitoplanctônica depende das propriedades de mistura, movimentação e resistência das populações na coluna d'água (espécies com flagelos ou aerótopos). Para Teubner et al. (2003) e Heo & Kim (2004) a precipitação e a velocidade dos ventos são os principais fatores que causam a mistura da coluna d'água, mecanismo que interfere diretamente na distribuição dos organismos, uma vez que modifica a disponibilidade de diversas variáveis ambientais como temperatura, oxigênio, luminosidade e nutrientes, as quais regulam o fitoplâncton.

No presente estudo foi possível observar que, de maneira geral, parâmetros como transparência, nitrato e nitrogênio amoniacal tiveram médias mais elevadas durante o período seco, enquanto todos os demais foram mais elevados durante o período chuvoso. Tal variação acompanha o esperado para lagos tropicais, onde o ciclo sazonal é definido por um período de chuva e um de seca (Ramirez, 2000).

A comunidade fitoplanctônica no Reservatório de Tucuruí apresentou uma alta riqueza sendo que o grupo mais representativo foi o das desmídias, as quais são conhecidas por serem restritas a ambientes de água doce e por serem excelentes marcadores ecológicos (Nováková, 2003). Estudos realizados por Tucci et al. (2006) para o Lago das Garças (São Paulo) também registraram um padrão semelhante onde as algas verdes constituíram o grupo com maior riqueza de espécies, seguido das cianobactérias. Segundo Nogueira & Leandro-Rodrigues (1999), ecossistemas classificados como meso a oligotróficos, que apresentam pH levemente ácido a alcalino e temperatura acima de 20°C, semelhante as características observadas para a área, há grande probabilidade de predomínio da Classe Chlorophyceae.

A densidade fitoplanctônica encontrada na área de estudo acompanhou a variação dos parâmetros ambientais, com diferenças significativas entre os períodos sazonais, com valores mais elevados para o período menos chuvoso, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de luz e a maior transparência ao longo de toda a coluna d'água,

influenciando a turbidez, sólidos totais dissolvidos e sólidos totais em suspensão, que em conjuntos favorecem o florescimento do fitoplâncton.

Além disso, foi observado que em termos de densidade, as cianobactérias tiveram uma elevada contribuição em ambos os ciclos sazonais. Em ambientes com características de eutrofização, estes organismos podem formar grandes florescimentos, os quais desencadeiam graves consequências à saúde humana e do ecossistema. De acordo com Dokulil e Teubner (2000), a dominância das cianobactérias tem recebido atenção especial devido à frequentes formações de florações em ambientes com altos níveis tróficos, caracterizando-as como potenciais indicadores de ecossistemas poluídos (Douterelo et al., 2004). Entretanto, fatores como elevadas temperaturas, regulação da flutuação ao longo da coluna d'água, armazenamento de fósforo e produção de toxinas (Shapiro, 1984; Crayton, 1993; Chorus & Bartram, 1999; Averhoff et al., 2007) estão relacionados ao sucesso ecológico desses organismos.

É importante ressaltar que no estudo foi observado elevada densidade de uma espécie do gênero *Geitlerinema*, o qual é caracterizado por ser um organismo cosmopolita e que ocorre frequentemente em diferentes tipos de habitats de águas continentais. Morfologicamente espécies desse gênero, apresentam-se sob a forma de filamentos homocitados, solitários ou emaranhados, com células mais longas que largas; com septos não constrictos, com a presença de grânulos de carotenóides ou cianoficina nos pólos das células (Komárek & Anagnostidis, 2005). Este gênero representa uma nova ocorrência tanto para a região de Tucuruí quanto para o estado do Pará. Estudos realizados por Costa et al. (2010) para o reservatório de Carpina observaram que 33% da flora estava representada por cianobactérias, dos gêneros *Pseudanabaena* e *Geitlerinema* como mais frequentes.

Apesar de muitos trabalhos relatarem a estratificação vertical em reservatórios brasileiros como o estudo realizado por Lira et al. (2009) para a região do nordeste, em Tucuruí não foram observadas variações claras tanto para os parâmetros ambientais como para os biológicos (riqueza, densidade, clorofila-a, índices de diversidade e equitabilidade). Este padrão pode estar associado ao processo de mistura da camada fótica, o qual é influenciado principalmente pela precipitação pluviométrica, intensidade dos ventos e especificamente pelos “*banzeiros*” que são fortes ondas causadas pela alta velocidade dos ventos na região.

Devido à importância do lago de Tucuruí para a região, não só no âmbito da geração de energia elétrica, mas também do uso pela população para diversos fins desde a atividade de pesca até a retirada de água para consumo humano, é importante que seja realizado um

monitoramento contínuo de alguns parâmetros, como as cianobactérias, uma vez que esses organismos foram relevantes no presente estudo e por serem potenciais produtores de toxinas, podem afetar a saúde humana e o equilíbrio do ambiente aquático.

Agradecimentos

Este estudo fez parte do Projeto “Utilização de Modelagem Matemática 3D na gestão da qualidade da água em mananciais: Aplicação no Reservatório de Tucuruí –PA” financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq. Ao laboratório de Planejamento e Desenvolvimento de Fármacos da Universidade Federal do Pará; Laboratório de Toxicologia Ambiental e de Biologia Ambiental, ambos da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos. À pesquisadora Dra. Andrea Tucci pela valiosa ajuda na identificação de algumas espécies do presente estudo.

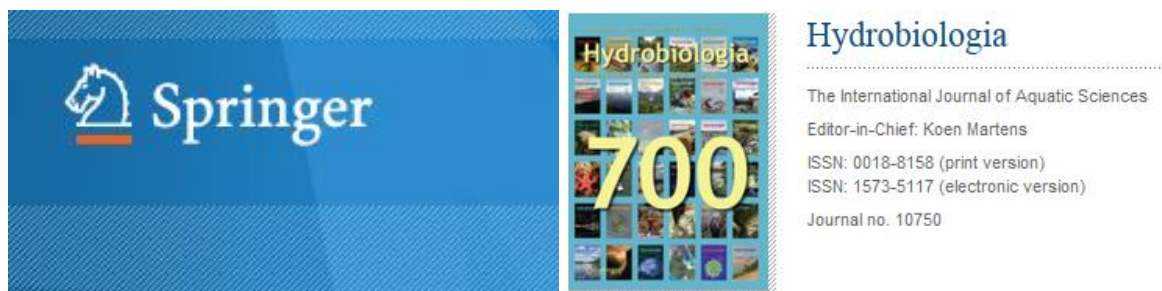
Referências

- Alves, C. S. L., 2005. Avaliação sazonal e temporal de variáveis físico-químicas no Reservatório de Tucuruí-PA. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 111p.
- Averhoff, O. L., A. B. Gómez, E. R. Rey, C. B. Aguiar, & M. A Villazón, 2007. Chemical, physical and biological characteristics of Saladito Reservoir, Cienfuegos Province. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, Havana, 12: 43 - 53.
- Bicudo, C. E. M., M. Menezes, 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil. 2. Ed. São Carlos: Rima, 502p.
- Bray, J.R., J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol Monogr* 27: 325–349
- Comissão Mundial de Barragens (CMB), 2000. Estudo de caso da UHE Tucuruí (Brasil). Relatório final da Fase Escopo, Belém. 5p.
- Chorus, I. & J. Bartram, 1999. Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. E & FN Spon, London.
- Cole, G. A., 1975. Textbook of Limnology. St Louis: Mosby Company, 427p.
- Costa, C., E. Eskinazi-Leça, A.M. Moura Junior, C.S. Zickel & A.N. Moura, 2010. Composição florística e variação espaço-temporal do microfitoplâncton no Reservatório de Carpina-PE. – In: Moura, A. N.; E.L. Araújo, M.C. Bittencourt-Oliveira, R.M.M.P. Pimentel & U.P. Albuquerque. Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo. Nuppea. 1ªed. 33–54.
- Crayton, M. A., 1993. Toxic Cyanobacteria blooms: A field/laboratory guide. Pacific Lutheran University, Tacoma, Washington, 18p.
- Douterelo, I., E. Perona & P. Mateo, 2004. Use of Cyanobacteria to assess water quality in running Waters. *Environmental Pollution*, 127: 377-384.
- Dokulil, T. M. & K. Teubner, 2000. Cyanobacterial dominance in lakes. *Hydrobiologia*, Dordrecht, 438: 1-12.
- Dubelaar, G. B. J., P. J. F. Geerders, & R. R. Jonker, 2004. High frequency monitoring reveals phytoplankton dynamics. *J. Environ. Monit.*, 6: 946-952.
- Fisch, G., M. Januário, R. C. Senna, 1990. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): climatologia. *Acta Amazônica*. 20: 49 – 60.
- Heo, W. M. & B. KIM, 2004. The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir. *Hydrobiologia*, 524: 229-239.
- Hino, K. & J. G. Tundisi, 1977. Atlas de algas da Represa do Broa. UFSCar, São Carlos.

- Huszar, V. L. M. & A. Giani, 2004. Amostragem da comunidade fitoplanctônica em águas continentais: reconhecimento de padrões espaciais e temporais. In: Bicudo, C.E.M. & Bicudo, D.C. (Eds.). Amostragem em Limnologia. São Carlos, Rima, 133-148.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 2005. Cyanoprokaryota 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. In: Büdel B.; Krienitz L.; Gärtner G.; Schagerl M. (eds), Süßwasserflora Von Mitteleuropa 19/2. Heidelberg: Elsevier/Spektrum.
- Lira, G. A. da S. T., 2009. Distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios eutróficos do Estado de Pernambuco, 125p.
- Lund, J.W.G., C. Kipling & E.D. Lecren, 1958. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11:143-170.
- Mateucci, S. D., A. Colma, 1982. La Metodología para el Estudio de la Vegetación. Coleccion de Monografías Científicas. Série Biología 22: 1-168.
- Melo, S. et al., 2004. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata Lake and Mussura Lake, Pará-Brazil) with different mixing regimes. *Amazoniana*, Manaus, 18: 1- 10.
- Nogueira, I. S. & N. C. Leandro-Rodrigues, 1999. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. *Revista Brasileira de Biologia* , 59: 377-395.
- Nováková, S., 2003. Ecological distribution patterns of desmid species in subalpine regions of the Krkonose Mts (Czech Republic). *Biologia*, Bratislava 58: 697-700.
- Novo, E. M. L. M.; J. S. Pires, 1990. Sensoriamento remoto e limnologia: estudos preliminares do Reservatório da UHE Tucuruí. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 6. Manaus. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 485-496.
- Padisák, J., 2003. Phytoplankton. In: O'sullivan, P.E.; Reynolds, C.S. (Ed.). *The lakes handbook 1. Limnology and limnetic ecology*. Oxford: Blackwell Science: 251-308.
- Parsons, T. R. & J. D. H. Strickland, 1963. Discussion of Spectrophotometric Determination of Marine Plankton Pigments with Revised Equations of Ascertaining Chlorophyll α and Carotenoids. *Journal of Marine Research*, 21: 155-163.
- Pielou, E. C., 1977. *Mathematical Ecology*. New York: Wiley. 385p.
- Ramírez, J. J., 1995. Variaciones verticales de temperatura y factores químicos en un ciclo de 24 horas en el Embalse Punchiná, Antioquia-Colombia. In: *Acta Limnologica Brasiliensia*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Limnologia: 23- 34.
- Renault, C. P. & E. P. Santos, 2002. Programa de monitoramento limnológico. Plano de Controle Ambiental. Doc. 8648/C1-6B-RL-2101-0. CEMIG. 19p.
- Rodrigues, L.L.; C.L. Sant'anna & A. Tucci, 2010. Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 31: 1-15.

- Rosini, E.F.; C.L. Sant'anna & A. Tucci. Chlorococcales (exceto Scenedesmaceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, Brasil: Levantamento florístico. *Hoehnea* (no prelo).
- Round, F. E; R. M. Crawford; D. G. Mann. 1990. *The diatoms: Biology and morphology of the genera*. Cambridge, University Press. 747 p.
- Sant'Anna, C.L., L. Sormus, A. Tucci & M.T.P. Azevedo, 2007. Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. *Hoehnea* 24: 67-86.
- Shapiro, J., 1984. Blue-green dominance in lakes: the role and management significance of pH and CO₂. *International Review of ges. Hydrobiology*, 69: 765–780.
- Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bulletin of System Technology Journal* 27: 379-423.
- Silva, C. A. da, S. Train & L. C. Rodrigues, 2005. Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system. *Hydrobiologia*. 537: 99-109.
- Straskraba, M., 1999. Self-organization, direct and indirect effects. In: Tundisi, J. G.; Straskraba (Eds.) *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers: 29-51.
- Teubner, K., M. Tolotti, S. Greisberger, H. Morscheid, M. T. Dokulil, & H. Morscheid, 2003. Steady state phytoplankton in a deep pré-alpine lake: species and pigments of epilimnetic versus metalimnetic assemblages, *Hydrobiologia*, Áustria, 502: 49-64.
- Tucci, A., C. L. Sant'Anna, R. C. Gentil, & M. T. P. Azevedo, 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: Um reservatório urbano eutrófico, *Hoehnea* 33: 147-175.
- Tundisi, J. G. 1999. Reservatórios como Sistemas Complexos: Teoria, Aplicações e Perspectivas para Usos Múltiplos. In: *Ecologia de Reservatório: Estrutura, Função e Aspectos Sociais – Botucatu: Fundibio: Fapesp*, p. 19-38.
- Tundisi, J. G. & T. Matsumura-Tundisi, 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de textos, 631 p.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie* 9: 1-38.

ANEXO 1



http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/10750?print_view=true&detailsPage=pltc_i_911058

- [About this journal](#)
- [Editorial Board](#)
- [Selected Article](#)
- [*Instructions for Authors*](#)

Instructions for Authors

Hydrobiologia

General

Hydrobiologia publishes original articles in the fields of limnology and marine science that are of interest to a broad and international audience. The scope of Hydrobiologia comprises the biology of rivers, lakes, estuaries and oceans and includes palaeolimnology and –oceanology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Purely technological, chemical and physical research, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test–objects, is unrelated to biological problems, fall outside the journal's scope.

THERE IS NO PAGE CHARGE, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see below). Long tables, species lists, and other protocols may be put on any web site and this can be indicated in the manuscript. Purely descriptive work, whether limnological, ecological or taxonomic, can only be considered if it is firmly embedded in a larger biological framework.

Language

Manuscripts should conform to standard rules of English grammar and style. Either British or American spelling may be used, but consistently throughout the article. Conciseness in writing is a major asset as competition for space is keen.

Editorial Policy

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English–speaking colleague. Manuscripts which are substandard in these respects will be returned without review.

Papers which conform to journal scope and style are sent to at least 2 referees, mostly through a member of the editorial board, who will then act as coordination editor. Manuscripts returned to authors with referee reports should be revised and sent back to the editorial as soon as possible. Final decisions on acceptance or rejection are made by the editor–in–chief. Hydrobiologia endeavours to publish any paper within 6 months of acceptance. To achieve this, the number of volumes to be published per annum is readjusted periodically.

Authors are encouraged to place all species distribution records in a publicly accessible database such as the national Global Biodiversity Information Facility (GBIF) nodes (www.gbif.org) or data centers endorsed by GBIF, including BioFresh (www.freshwaterbiodiversity.eu)

Categories of Contributions

There are four categories of contributions to Hydrobiologia:

- [1.]Primary research papers generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references) and constitute the bulk of the output of the journal. These papers **MUST** be organized according to the standard structure of a scientific paper: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figure captions.
- [2.]Review papers, and Taxonomic revisions are long papers; prospective authors should consult with the editor before submitting such a long manuscript, either directly or through a member of the editorial board. Review papers may have quotations (text and illustrations) from previously published work, but authors are responsible for obtaining copyright clearance wherever this applies.
- [3.]Opinion papers reflect authors' points of view on hot topics in aquatic sciences. Such papers can present novel ideas, comments on previously published work or extended book reviews.

Occasionally, regular volumes contain a special section devoted to topical collections of papers: for example, Salt Ecosystems Section and Aquatic Restoration Section.

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Authors should submit their manuscripts online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication times. Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Title page

Title Page

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 200 words. Abstracts longer than 200 words cannot be uploaded. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- [LaTeX macro package \(zip, 182 kB\)](#)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

Scientific style

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. Descriptions of new taxa should comprise official repository of types (holotype and paratypes), author's collections as repositories of types are unacceptable.

Genus and species names should be in italics.

References

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication.

References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

- Engel, S. & S. A. Nichols, 1994. Aquatic macrophytes growth in a turbid windswept lake. *Journal of Freshwater Ecology* 9: 97–109.
- Horne, D. J., A. Cohen & K. Martens, 2002. Biology, taxonomy and identification techniques. In Holmes, J. A. & A. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC: 6–36.
- Maitland, P. S. & R. Campbell, 1992. *Fresh Water Fishes*. Harper Collins Publishers, London.
- Tatrai, I., E. H. R. R. Lammens, A. W. Breukelaar & J. G. P. Klein Breteler, 1994. The impact of mature cyprinid fish on the composition and biomass of benthic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 131: 309–320.

Tables

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

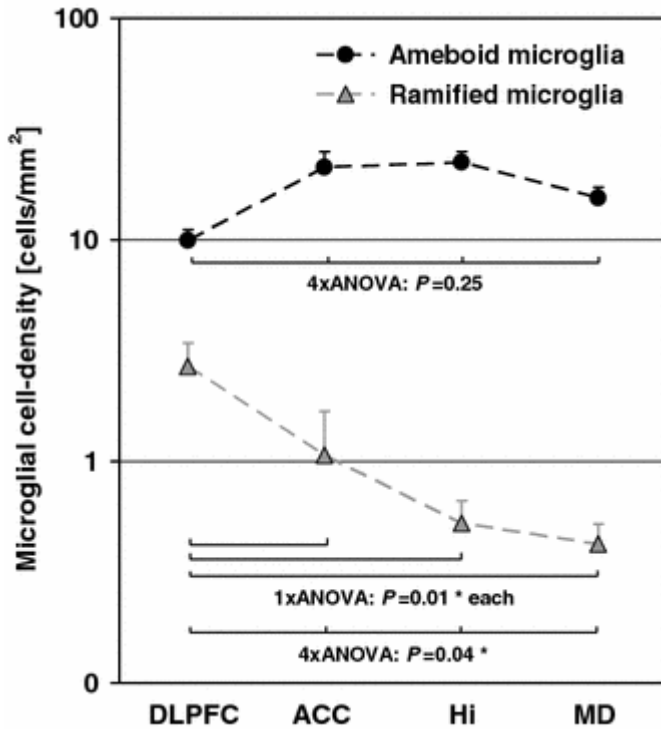
Artwork and Illustrations Guidelines

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission

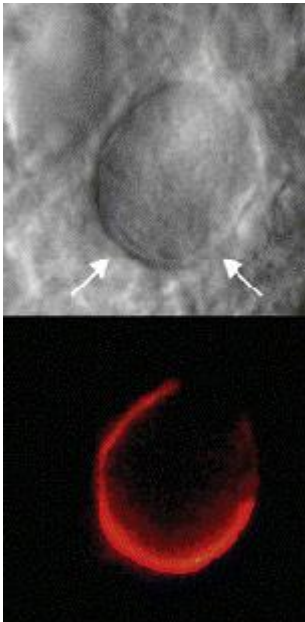
- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art



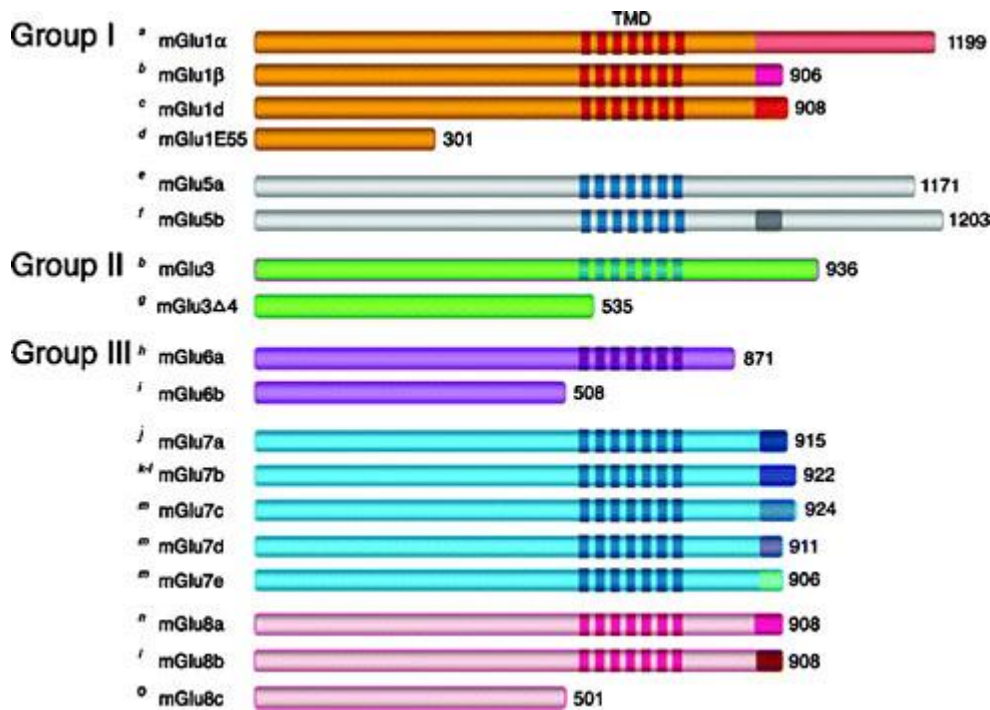
- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art



- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art



- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Always use MPEG-1 (.mpg) format.

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .vrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

After acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer’s web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer’s online platform SpringerLink.

- [Springer Open Choice](#)

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

Does Springer provide English language support?

Manuscripts that are accepted for publication will be checked by our copyeditors for spelling and formal style. This may not be sufficient if English is not your native language and substantial editing would be required. In that case, you may want to have your manuscript edited by a native speaker prior to submission. A clear and concise language will help editors and reviewers concentrate on the scientific content of your paper and thus smooth the peer review process.

The following editing service provides language editing for scientific articles in all areas Springer publishes in.

Use of an editing service is neither a requirement nor a guarantee of acceptance for publication.

Please contact the editing service directly to make arrangements for editing and payment.

For Authors from China

文

章在投稿前进行专业的语言润色将对作者的投稿进程有所帮助。作者可自愿选择使用Springer推荐的编辑服务，使用与否并不作为判断文章是否被录用的依

据。提高文章的语言质量将有助于审稿人理解文章的内容，通过对学术内容的判断来决定文章的取舍，而不会因为语言问题导致直接退稿。作者需自行联系 Springer推荐的编辑服务公司，协商编辑事宜。

- [理文编辑](#)

•

For Authors from Japan

ジャーナルに論文を投稿する前に、ネイティブ・スピーカーによる英文校閲を希望されている方には、Edanz社をご紹介します。サービス内容、料金および申込方法など、日本語による詳しい説明はエダンズグループジャパン株式会社の下記サイトをご覧ください。

- [エダンズグループ ジャパン](#)

•

For Authors from Korea

영어 논문 투고에 앞서 원어민에게 영문 교정을 받고자 하시는 분들께 Edanz 회사를 소개해 드립니다. 서비스 내용, 가격 및

신청 방법 등에 대한 자세한 사항은 저희 Edanz Editing Global 웹사이트를 참조해 주시면 감사하겠습니다.

- [Edanz Editing Global](#)

•

Developments in Hydrobiology

The book series Developments in Hydrobiology reprints verbatim, but under hard cover, the proceedings of specialized scientific meetings which also appear in Hydrobiologia, with the aim of making these available to individuals not necessarily interested in subscribing to the journal itself. Papers in these volumes must be cited by their original reference in Hydrobiologia. In addition, Developments in Hydrobiology also publishes monographic studies, handbooks, and multi-author edited volumes on aquatic ecosystems, aquatic communities, or any major research effort connected with the aquatic environment, which fall outside the publishing policy of Hydrobiologia, but are printed in the same format and follow the same conventions. Guest editors of such volumes should follow the guidelines presented above and are responsible for all aspects of presentation and content, as well as the refereeing procedure and the compilation of an index. Prospective editors of special, subject-oriented volumes of Hydrobiologia/Developments in Hydrobiology are encouraged to submit their proposals to the editor-in-chief.

- www.springer.com/prod/s/DIHY

ANEXO 2

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
Classe: Dinophyceae
Família: Peridiniaceae
Gênero: <i>Peridinium</i> Ehrenberg
<i>Peridinium</i> sp.1
<i>Peridinium</i> sp.2
Classe: Euglenophyceae
Família: Euglenaceae
Gênero: <i>Euglena</i> Ehrenberg
<i>Euglena</i> sp.
Gênero: <i>Phacus</i> Dujardin
<i>Phacus</i> sp.
Gênero: <i>Strombomonas</i> Deflandre
<i>Strombomonas</i> sp.
Gênero: <i>Trachelomonas</i> Ehrenberg
<i>Trachelomonas armata</i> Ehrenberg
Classe: Xanthophyceae
Família: Pleurochloridaceae
Gênero: <i>Isthmochloron</i> Skuja
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reinsch) Skuja
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Nägeli) Skuja
<i>Isthmochloron</i> sp.
Gênero: <i>Pseudostaurastrum</i> (Hansgirg) Chodat
<i>Pseudostaurastrum enorme</i> (Ralfs) R.Chodat
Família: Centritractaceae
Gênero: <i>Centritractus</i> Lemmermann
<i>Centritractus belenophorus</i> (W.Schmidel) E.Lemmermann
<i>Centritractus</i> sp.
Classe: Chrysophyceae
Família: Mallomonadaceae
Gênero: <i>Mallomonas</i> Perty
<i>Mallomonas</i> sp.
Família: Dinobryaceae
Gênero: <i>Dinobryon</i> Ehrenberg
<i>Dinobryon bavaricum</i> O.E.Imhof
<i>Dinobryon cylindricum</i> O.E.Imhof
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof
<i>Dinobryon</i> sp.1
Classe: Coscinodiscophyceae
Família: Coscinodiscophyceae
Gênero: <i>Aulacoseira</i> Thwaites
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen
<i>Aulacoseira muzzanensis</i> (Meister) Krammer

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Aulacoseira pseudogranulata</i> (Cleve) Simonsen
<i>Aulacoseira</i> sp.1
<i>Aulacoseira</i> sp.2
Família: Rhizosoleniaceae
Gênero: <i>Urosolenia</i> Round & Crawford
<i>Urosolenia eriensis</i> (H.L.Smith) Round & R.M.Crawford
<i>Urosolenia</i> sp.
Gênero: <i>Rhizosolenia</i> Brightwell
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
Classe: Bacillariophyceae
Família: Surirellaceae
Gênero: <i>Surirella</i> Turpin
<i>Surirella linearis</i> W.Smith
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg
<i>Surirella</i> sp.
Família: Pinnulariaceae
Gênero: <i>Pinnularia</i> Ehrenberg
<i>Pinnularia</i> sp.
Família: Eunotiaceae
Gênero: <i>Eunotia</i> Ehrenberg
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt
<i>Eunotia</i> sp.
Família: Amphipleuraceae
Gênero: <i>Amphipleura</i> Kutzing
<i>Amphipleura lindheimerii</i> Grunow
Família: Naviculaceae
Gênero: <i>Haslea</i> Simonsen
<i>Haslea</i> sp.
Gênero: <i>Navicula</i> Bory de Saint-Vincent
<i>Navicula</i> sp.
Família: Pleurosigmaaceae
Gênero: <i>Gyrosigma</i> Hassal
<i>Gyrosigma</i> sp.
Família: Achnanthaceae
Gênero: <i>Achnanthes</i> Bory de Saint-Vincent
<i>Achnanthes</i> sp.
Família: Cymbellaceae
Gênero: <i>Cymbella</i> Agardh
<i>Cymbella</i> sp.
Família: Gomphonemataceae
Gênero: <i>Gomphonema</i> Ehrenberg
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>Gomphonema</i> sp.
Classe: Fragilariophyceae
Família: Fragilariaceae
Gênero: <i>Synedra</i> Ehrenberg
<i>Synedra acus</i> Kützing
<i>Synedra goulardii</i> Brébisson ex Cleve & Grunow

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Synedra</i> sp.
Gênero: <i>Ulnaria</i> Kützing
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère
Classe: Cyanophyceae
Família: Nostocaceae
Gênero: <i>Dolichospermum</i> (Ralfs ex Bornet et Flahault)
<i>Dolichospermum circinalis</i> (Rabenhorst) Walcklin, Hoffmann & Komárek
Gênero: <i>Anabaena</i> Bory de Saint-Vincent ex Bornet & Flahault
<i>Anabaena</i> sp.1
<i>Anabaena</i> sp.2
<i>Anabaena</i> sp.3
<i>Anabaena</i> sp.4
Gênero: <i>Aphanizomenon</i> Morren
<i>Aphanizomenon</i> sp.
Gênero: <i>Raphidiopsis</i> F.E. Fritsch & F. Rich
<i>Raphidiopsis</i> sp.
Cianobactéria não identificada
Família: Merismopediaceae
Gênero: <i>Aphanocapsa</i> Nägeli
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmermann) G. Cronberg & J. Komárek
<i>Aphanocapsa</i> sp.1
<i>Aphanocapsa</i> sp.2
Gênero: <i>Merismopedia</i> Meyen
<i>Merismopedia</i> sp.1
Gênero: <i>Coelosphaerium</i> Nägeli
<i>Coelosphaerium</i> sp.
Família: Microcystaceae
Gênero: <i>Microcystis</i> Kützing ex Lemmermann
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Lemmermann
<i>Microcystis protocystis</i> Crow
<i>Microcystis novacekii</i> (Komárek) Compère
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek)
<i>Microcystis</i> sp.1
<i>Microcystis</i> sp.2
Família: Synechococcaceae
Gênero: <i>Epigloeosphaera</i> Komárkova-Legnerová
<i>Epigloeosphaera</i> sp.
Gênero: <i>Radiocystis</i> Skuja
<i>Radiocystis</i> sp.
Família: Phormidiaceae
Gênero: <i>Phormidium</i> Kützing ex Gomont
<i>Phormidium</i> sp. 1
<i>Phormidium</i> sp. 2
Gênero: <i>Planktothrix</i> Anagnostidis & Komárek
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Planktothrix</i> sp.1
<i>Planktothrix</i> sp.2
Familia: Oscillatoriaceae
Gênero: <i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont
<i>Oscillatoria limosa</i> Gomont
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher
<i>Oscillatoria</i> sp.1
<i>Oscillatoria</i> sp.2
<i>Oscillatoria</i> sp.3
Gênero: <i>Lyngbya</i> C. Agardh ex Gomont
<i>Lyngbya</i> cf. <i>hieronymusii</i> Lemmermann
<i>Lyngbya</i> sp.
Familia: Pseudanabaenaceae
Gênero: <i>Spirulina</i> Turpin ex Gomont
<i>Spirulina</i> sp.
Gênero: <i>Pseudanabaena</i> Lauterborn
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe
<i>Pseudanabaena</i> sp.1
<i>Pseudanabaena</i> sp.2
Gênero: <i>Geitlerinema</i> (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis
<i>Geitlerinema</i> sp.
Familia: Borziaceae
Gênero: <i>Borzia</i> Cohn ex Gomont
<i>Borzia</i> sp.
Classe: Zygomatophyceae
Familia: Desmidiaceae
Gênero: <i>Desmidium</i> C. Agardh ex Ralfs
<i>Desmidium quadratum</i> Nordstedt
<i>Desmidium</i> sp.
Gênero: <i>Euastrum</i> Ehrenberg
<i>Euastrum abruptum</i> Nordstedt
<i>Euastrum informe</i> O.F. Borge
<i>Euastrum</i> sp.1
<i>Euastrum</i> sp.2
<i>Euastrum</i> sp.3
Gênero: <i>Teilingia</i> Bourelly
<i>Teilingia granulata</i> (Roy & Bissett) Bourelly
Gênero: <i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs
<i>Closterium aciculare</i> T. West
<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson
<i>Closterium malmei</i> O.F.Borge
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg
<i>Closterium</i> sp.
Gênero: <i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs
<i>Cosmarium contractum</i> O.Kirchner

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Cosmarium decoratum</i> West & G.S.West
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst
<i>Cosmarium lobatus</i> Rabenhorst
<i>Cosmarium ornatum</i> Coesel
<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> Nordstedt
<i>Cosmarium</i> sp.1
<i>Cosmarium</i> sp.2
<i>Cosmarium</i> sp.3
Gênero: <i>Micrasterias</i> C.Agardh ex Ralfs
<i>Micrasterias furcata</i> C.Agardh ex Ralfs
<i>Micrasterias mahabuleshwariensis</i> J.Hobson
Gênero: <i>Octacanthium</i> Compère
<i>Octacanthium</i> sp.
Gênero: <i>Onychonema</i> Wallich
<i>Onychonema filiforme</i> (Ehrenberg ex Ralfs) J.Roy & Bisset
<i>Onychonema laeve</i> Nordstedt
<i>Onychonema</i> sp.
Gênero: <i>Staurastrum</i> Meyen ex Ralfs
<i>Staurastrum glabribrachiatum</i> Forster
<i>Staurastrum</i> cf. <i>glabribrachiatum</i>
<i>Staurastrum hystrix</i> Ralfs
<i>Staurastrum leptacanthum</i> Nordstedt
<i>Staurastrum leptocladum</i> L.N.Johnson
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornutum</i> Wille
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>insigne</i> West & G.S.West
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>leptocladum</i>
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>smithii</i> Gronblad
<i>Staurastrum muticum</i> Brébisson ex Ralfs
<i>Staurastrum polymorphum</i> Brébisson
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> Wille
<i>Staurastrum pseudotetracerum</i> (Nordstedt) West & G.S.West
<i>Staurastrum pungens</i> Brébisson
<i>Staurastrum quadrinotatum</i> R.L.Grönblad
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt
<i>Staurastrum sebaldii</i> Reinsch
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve
<i>Staurastrum setigerum</i> var. <i>pectinatum</i> West & G.S.West
<i>Staurastrum</i> cf. <i>siolli</i> A.M.Scott & H.T.Croasdale
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs
<i>Staurastrum</i> cf. <i>tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt
<i>Staurastrum volans</i> West
<i>Staurastrum</i> sp.
<i>Staurastrum</i> sp.1
<i>Staurastrum</i> sp.2
<i>Staurastrum</i> sp.3
<i>Staurastrum</i> sp.4
<i>Staurastrum</i> sp.5
<i>Staurastrum</i> sp.6

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Staurastrum</i> sp.7
<i>Staurastrum</i> sp.8
<i>Staurastrum</i> sp.9
<i>Staurastrum</i> sp.10
<i>Staurastrum</i> sp.11
<i>Staurastrum</i> sp.12
<i>Staurastrum</i> sp.13
<i>Staurastrum</i> sp.14
<i>Staurastrum</i> sp.15
<i>Staurastrum</i> sp.16
<i>Staurastrum</i> sp.17
<i>Staurastrum</i> sp.18
<i>Staurastrum</i> sp.19
<i>Staurastrum</i> sp.20
Gênero: <i>Stauroidesmus</i> Teiling
<i>Stauroidesmus convergens</i> (Ehrenberg ex Ralfs) S.Lilleroth
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling
<i>Stauroidesmus dejectus</i> (Brébisson) Teiling
<i>Stauroidesmus dickiei</i> (Ralfs) S.Lillieroth
<i>Stauroidesmus lobatus</i> (Borgesén) Bourrelly
<i>Stauroidesmus mamillatus</i> (Nordstedt) Teiling
<i>Stauroidesmus pseudoarthrodesmus</i> (Gronblad) Teiling
<i>Stauroidesmus subulatus</i> (Kützing) Thomasson
<i>Stauroidesmus subtriangularis</i> (O.Borge) Teiling
<i>Stauroidesmus triangularis</i> (Lagerheim) Teiling
<i>Stauroidesmus</i> sp.1
<i>Stauroidesmus</i> sp.2
Gênero: <i>Xanthidium</i> Ehrenberg ex Ralfs
<i>Xanthidium paraguayenses</i> O.F.Borge
<i>Xanthidium sexangulare</i> Gronblad
<i>Xanthidium trilobum</i> Nordstedt
Familia: Zignemaceae
Gênero: <i>Mougeotia</i> C.Agardh
<i>Mougeotia delicata</i> Beck
<i>Mougeotia</i> sp.
Classe: Chlamydomphyceae
Familia: Volvocaceae
Gênero: <i>Eudorina</i> Ehrenberg
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg
<i>Eudorina</i> sp.1
<i>Eudorina</i> sp.2
<i>Eudorina</i> sp.3
<i>Eudorina</i> sp.4
Gênero: <i>Pleodorina</i> Shaw
<i>Pleodorina</i> sp.
Gênero: <i>Volvox</i> Linnaeus

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS	
	<i>Volvox aureus</i> Ehrenberg
	<i>Volvox</i> sp.1
	<i>Volvox</i> sp.2
Classe: Chlorophyceae	
Familia:	Chlorococcaceae
Gênero:	<i>Tetraedron</i> Kützing
	<i>Tetraedron caudatum</i>
Familia:	Ulotrichaceae
Gênero:	<i>Ulothrix</i> Kützing
	<i>Ulothrix</i> sp.
Familia:	Hydrodictyceae
Gênero:	<i>Monactinus</i> Corda in Corda
	<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda
	<i>Monactinus simplex</i> Meyen var. <i>simplex</i>
Gênero:	<i>Stauridium</i> Corda
	<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) Hegewald
Gênero:	<i>Pediastrum</i> Meyen
	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i>
	<i>Pediastrum duplex</i> var. 1
	<i>Pediastrum duplex</i> var. 2
	<i>Pediastrum privum</i> (Printz) Hegewald
	<i>Pediastrum</i> sp.
Familia:	Palmellaceae
Gênero:	<i>Sphaerocystis</i> Chodat
	<i>Sphaerocystis</i> sp.
Familia:	Radiococcaceae
Gênero:	<i>Eutetramorus</i> Walton
	<i>Eutetramorus</i> sp.
Familia:	Dictyosphaeriaceae
Gênero:	<i>Botryococcus</i> Kützing
	<i>Botryococcus</i> sp.
Gênero:	<i>Dimorphococcus</i> A. Braun
	<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun
	<i>Dimorphococcus</i> sp.
Gênero:	<i>Dictyosphaerium</i> Nageli
	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood
	<i>Dictyosphaerium</i> sp.1
Familia:	Micractiniaceae
Gênero:	<i>Golenkinia</i> Chodat
	<i>Golenkinia radiata</i> Chodat
	<i>Golenkinia</i> sp.
Gênero:	<i>Micractinium</i> Fresenius
	<i>Micractinium bornhemiense</i> (W.Conrad) Korshikov
	<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius
	<i>Micractinium</i> sp.
Familia:	Treubariaceae
Gênero:	<i>Treubaria</i> Bernard

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Treubaria triapendiculata</i> C. Bernard
<i>Treubaria varia</i> Tiffany & Ahlstrom
<i>Treubaria</i> sp.
Família: Scenedesmaceae
Gênero: <i>Crucigenia</i> Morren
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze
<i>Crucigenia</i> cf. <i>tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze
<i>Crucigenia</i> sp.
Gênero: <i>Crucigeniella</i> Lemmermann
<i>Crucigeniella</i> sp.
Gênero: <i>Actinastrum</i> Lagerheim
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim
<i>Actinastrum</i> sp.
Gênero: <i>Desmodesmus</i> (R.Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) Hegewald
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) Hegewald
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>maximus</i> (West & G.S.West) Hegewald
<i>Desmodesmus perforatus</i> (Lemmermann) Hegewald
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch & M.F.Rich) E.Hegewald
<i>Desmodesmus quadricauda</i> (Turpin) Hegewald
<i>Desmodesmus</i> sp.1
<i>Desmodesmus</i> sp.2
Gênero: <i>Scenedesmus</i> Meyen
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat
<i>Scenedesmus acunae</i>
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat
<i>Scenedesmus indicus</i> Philipose
<i>Scenedesmus javanensis</i> Chodat
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen
<i>Scenedesmus</i> sp.
Gênero: <i>Tetrastrum</i> Chodat
<i>Tetrastrum</i> sp.
Gênero: <i>Coelastrum</i> Nageli
<i>Coelastrum cambricum</i> Archer
<i>Coelastrum indicum</i> Turner
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli
<i>Coelastrum prosbocideum</i> Bohlin
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle
<i>Coelastrum</i> sp.1
<i>Coelastrum</i> sp.2
Família: Oocystaceae
Gênero: <i>Oocystis</i> Nageli
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
<i>Oocystis marssoni</i> Lemmermann
<i>Oocystis tainoensis</i> Komarek
<i>Oocystis</i> sp.
Gênero: <i>Ankistrodesmus</i> Corda
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek
<i>Ankistrodesmus densus</i> Korshikov

Quadro 1. Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Ankistrodesmus fusiforme</i> Corda ex Korshikov
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Chodat) Komarková-Legnerová
<i>Ankistrodesmus</i> sp.1
<i>Ankistrodesmus</i> sp.2
Gênero: <i>Kirchneriella</i> Schmidle
<i>Kirchneriella diana</i> (Bohlin) Comas Gonzalez
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K.Möbius
<i>Kirchneriella</i> sp.1
<i>Kirchneriella</i> sp.2
Gênero: <i>Monoraphidium</i> Komárková-Legnerová
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová
<i>Monoraphidium</i> sp.
Gênero: <i>Nephrocytium</i> Korsikov
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Nägeli
<i>Nephrocytium</i> sp.
Família: Gloeocystaceae
Gênero: <i>Astereococcus</i> Scherfell
<i>Astereococcus</i> sp.1
Classe: Oedogoniophyceae
Família: Oedogoniaceae
Gênero: <i>Oedogonium</i> Link ex Hirn
<i>Oedogonium</i> sp.

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS													FA	FR (%)	
	Fevereiro						Julho								
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
DINOPHYCEAE															
<i>Peridinium</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Peridinium</i> sp. 2			x	x	x	x	x	x	x			x	8	66,67	
EUGLENOPHYCEAE															
<i>Euglena</i> sp.					x	x							2	16,67	
<i>Phacus</i> sp.		x		x	x	x				x	x	x	7	58,33	
<i>Strombomonas</i> sp.						x							1	8,33	
<i>Trachelomonas armata</i>												x	1	8,33	
XANTOPHYCEAE															
<i>Centritractus belenophorus</i>						x		x	x	x	x	x	6	50,00	
<i>Centritractus</i> sp.	x	x	x	x		x		x	x	x	x		9	75,00	
<i>Isthmochloron gracile</i>								x	x				2	16,67	
<i>Isthmochloron lobulatum</i>	x	x			x	x		x	x	x	x		8	66,67	
<i>Isthmochloron</i> sp.	x	x		x		x		x			x		6	50,00	
<i>Pseudostaurastrum enorme</i>												x	1	8,33	
CHRYSOPHYCEAE															
<i>Dinobryon bavaricum</i>	x	x					x	x	x	x	x	x	8	66,67	
<i>Dinobryon cylindricum</i>								x					1	8,33	
<i>Dinobryon sertularia</i>	x	x					x	x	x	x	x	x	8	66,67	
<i>Dinobryon divergens</i>											x	x	2	16,67	
<i>Dinobryon</i> sp.1	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	10	83,33	
<i>Mallomonas</i> sp.									x		x	x	3	25,00	
COSCINODISCOPHYCEAE															
<i>Aulacoseira distans</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00	
<i>Aulacoseira granulata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00	
<i>Aulacoseira muzzanensis</i>						x							1	8,33	
<i>Aulacoseira pseudogranulata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	11	91,67	
<i>Aulacoseira</i> sp.1	x				x	x		x					4	33,33	
<i>Aulacoseira</i> sp.2							x	x	x	x	x		5	41,67	
<i>Rhizosolenia setigera</i>		x	x	x			x	x	x	x	x	x	9	75,00	
<i>Urosolenia eriensis</i>							x	x	x		x	x	5	41,67	
<i>Urosolenia</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00	
BACILLARIOPHYCEAE															
<i>Achnanthes</i> sp.						x					x		2	16,67	
<i>Amphipleura lindheimeri</i>						x			x				2	16,67	
<i>Cymbella</i> sp.		x	x	x	x	x	x			x			7	58,33	
<i>Eunotia asterionelloides</i>	x				x	x		x	x	x	x	x	8	66,67	
<i>Eunotia</i> sp.	x	x			x	x		x		x		x	7	58,33	
<i>Gomphonema angustatum</i>						x							1	8,33	

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS													FA	FR (%)
	Fevereiro						Julho							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
<i>Gomphonema</i> sp.						x						x	2	16,67
<i>Gyrosigma</i> sp.				x								x	2	16,67
<i>Haslea</i> sp.		x	x			x							3	25,00
<i>Navicula</i> sp.	x												1	8,33
<i>Pinnularia</i> sp.	x	x			x	x	x	x		x	x	x	9	75,00
<i>Surirella linearis</i>												x	1	8,33
<i>Surirella robusta</i>												x	1	8,33
<i>Surirella</i> sp.	x			x	x							x	4	33,33
FRAGILARIOPHYCEAE														
<i>Synedra acus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Synedra gouldarii</i>	x				x	x							3	25,00
<i>Synedra</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Ulnaria ulna</i>		x	x	x	x	x	x	x		x	x		9	75,00
CYANOPHYTA														
<i>Cyanophyta*</i>				x				x	x	x	x	x	6	50,00
Cianobactéria não identificada	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	11	91,67
<i>Dolichospermum circinalis</i>	x						x						2	16,67
<i>Anabaena</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Anabaena</i> sp.2		x		x	x	x	x		x	x	x	x	9	75,00
<i>Anabaena</i> sp.3										x			1	8,33
<i>Anabaena</i> sp.4												x	1	8,33
<i>Aphanizomenon</i> sp.							x	x	x	x	x	x	6	50,00
<i>Aphanocapsa holsatica</i>				x			x	x	x	x	x	x	7	58,33
<i>Aphanocapsa</i> sp.1	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	11	91,67
<i>Aphanocapsa</i> sp.2							x						1	8,33
<i>Borzia</i> sp.						x							1	8,33
<i>Coelosphaerium</i> sp.	x												1	8,33
<i>Epigloeosphaera</i> sp.									x				1	8,33
<i>Lyngbya</i> cf. <i>hieronymusii</i>										x			1	8,33
<i>Lyngbya</i> sp.	x	x				x	x		x	x			6	50,00
<i>Merismopedia</i> sp.1	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	10	83,33
<i>Microcystis aeruginosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Microcystis novacekki</i>	x		x										2	16,67
<i>Microcystis protocystis</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x			9	75,00
<i>Microcystis wesenbergii</i>	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	10	83,33
<i>Microcystis</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Microcystis</i> sp.2												x	1	8,33
<i>Oscillatoria limosa</i>			x	x	x		x						4	33,33
<i>Oscillatoria princeps</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x			9	75,00
<i>Oscillatoria</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS													FA	FR (%)
	Fevereiro						Julho							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
<i>Oscillatoria</i> sp.2										x			1	8,33
<i>Oscillatoria</i> sp.3								x	x	x			3	25,00
<i>Phormidium</i> sp.1		x		x	x	x				x	x	x	7	58,33
<i>Phormidium</i> sp.2				x	x	x				x	x	x	6	50,00
<i>Planktothrix</i> <i>agardhii</i>							x				x		2	16,67
<i>Planktothrix</i> <i>isothrix</i>						x	x						2	16,67
<i>Planktothrix</i> sp.1	x			x	x	x	x	x		x	x	x	9	75,00
<i>Planktothrix</i> sp.2					x								1	8,33
<i>Pseudanabaena</i> <i>catenata</i>									x				1	8,33
<i>Pseudanabaena</i> <i>galeata</i>			x		x								2	16,67
<i>Pseudoanabaena</i> <i>limnetica</i>	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	11	91,67
<i>Pseudoanabaena</i> <i>mucicola</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			10	83,33
<i>Pseudanabaena</i> sp.1	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	11	91,67
<i>Pseudanabaena</i> sp.2											x		1	8,33
<i>Radiocystis</i> sp.			x	x	x				x	x			5	41,67
<i>Raphidiopsis</i> sp.	x								x	x	x		4	33,33
<i>Spirulina</i> sp.									x		x	x	3	25,00
ZYGMATOPHYCEAE														
<i>Cosmarium</i> <i>contractum</i>						x			x				2	16,67
<i>Cosmarium</i> <i>decoratum</i>	x				x				x				3	25,00
<i>Cosmarium</i> <i>laeve</i>										x	x	x	3	25,00
<i>Cosmarium</i> <i>lobatus</i>									x	x	x		3	25,00
<i>Cosmarium</i> <i>pseudoconnatum</i>		x				x							2	16,67
<i>Cosmarium</i> <i>ornatum</i>				x			x	x	x	x		x	6	50,00
<i>Cosmarium</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Cosmarium</i> sp.2											x		1	8,33
<i>Cosmarium</i> sp.3									x			x	2	16,67
<i>Closterium</i> <i>aciculare</i>						x							1	8,33
<i>Closterium</i> <i>kuetzingii</i>						x							1	8,33
<i>Closterium</i> <i>malmei</i>					x	x	x	x		x			5	41,67
<i>Closterium</i> <i>setaceum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	11	91,67
<i>Closterium</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Desmidium</i> <i>quadratum</i>						x							1	8,33
<i>Desmidium</i> sp.	x	x					x					x	4	33,33
<i>Euastrum</i> <i>abruptum</i>				x		x				x		x	4	33,33
<i>Euastrum</i> <i>informe</i>										x			1	8,33
<i>Euastrum</i> sp.1			x			x		x	x				4	33,33
<i>Euastrum</i> sp.2									x		x	x	3	25,00
<i>Euastrum</i> sp.3										x			1	8,33
<i>Micrasterias</i> <i>furcata</i>		x		x			x	x		x			5	41,67

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS	Fevereiro												FA	FR (%)	
	Fevereiro						Julho								
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
<i>Micrasterias mahabuleshwariensis</i>		x				x	x							3	25,00
<i>Mougeotia delicata</i>								x	x	x	x	x		5	41,67
<i>Mougeotia</i> sp.	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		11	91,67
<i>Octacanthium</i> sp.				x		x	x							3	25,00
<i>Onychonema filifomes</i>										x				1	8,33
<i>Onychonema laeve</i>									x		x	x		3	25,00
<i>Onychonema</i> sp.							x							1	8,33
<i>Staurastrum glabribrachiatum</i>							x	x	x	x				4	33,33
<i>Staurastrum</i> cf. <i>glabribrachiatum</i>										x				1	8,33
<i>Staurastrum hystrix</i>					x		x		x	x	x	x		6	50,00
<i>Staurastrum leptacanthum</i>	x	x				x			x	x	x	x		7	58,33
<i>Staurastrum leptocladum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		12	100,00
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornutum</i>									x	x				2	16,67
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>insigne</i>							x	x	x	x	x	x		6	50,00
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>leptocladum</i>									x					1	8,33
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>smithii</i>									x	x				2	16,67
<i>Staurastrum muticum</i>									x					1	8,33
<i>Staurastrum polymorphum</i>	x						x							2	16,67
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i>							x	x	x	x	x	x		6	50,00
<i>Staurastrum pseudotetracerum</i>							x							1	8,33
<i>Staurastrum pungens</i>									x			x		2	16,67
<i>Staurastrum quadrinotatum</i>								x		x				2	16,67
<i>Staurastrum rotula</i>		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		10	83,33
<i>Staurastrum sebaldi</i>		x		x	x		x	x	x	x	x	x		9	75,00
<i>Staurastrum setigerum</i>	x			x			x		x	x	x	x		7	58,33
<i>Staurastrum setigerum</i> var. <i>pectinatum</i>								x			x			2	16,67
<i>Staurastrum</i> cf. <i>siolli</i>							x	x		x	x	x		5	41,67
<i>Staurastrum tetracerum</i>									x					1	8,33
<i>Staurastrum</i> cf. <i>tetracerum</i>										x				1	8,33
<i>Staurastrum trifidum</i>									x		x	x		3	25,00
<i>Staurastrum volans</i>							x			x				2	16,67
<i>Staurastrum</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		12	100,00
<i>Staurastrum</i> sp.1	x	x	x				x	x						5	41,67
<i>Staurastrum</i> sp.2		x	x	x		x					x			5	41,67
<i>Staurastrum</i> sp.3	x		x					x	x		x	x		6	50,00
<i>Staurastrum</i> sp.4	x	x												2	16,67
<i>Staurastrum</i> sp.5		x												1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.6							x							1	8,33

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS													FA	FR (%)
	Fevereiro						Julho							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
<i>Staurastrum</i> sp.7										x			1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.8										x			1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.9										x			1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.10												x	1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.11												x	1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.12												x	1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.13											x		1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.14											x		1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.15											x		1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.16											x		1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.17											x		1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.18											x		1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.19										x			1	8,33
<i>Staurastrum</i> sp.20										x			1	8,33
<i>Stauroidesmus convergens</i>				x			x		x		x	x	5	41,67
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i>								x	x			x	3	25,00
<i>Stauroidesmus dejectus</i>									x				1	8,33
<i>Stauroidesmus dickiei</i>									x		x	x	3	25,00
<i>Stauroidesmus lobatus</i>		x			x				x	x	x	x	6	50,00
<i>Stauroidesmus mamillatus</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	11	91,67
<i>Stauroidesmus pseudoarthrodesmus</i>			x	x	x		x	x	x	x			7	58,33
<i>Stauroidesmus subulatus</i>							x	x	x	x	x		5	41,67
<i>Stauroidesmus subtriangularis</i>									x		x	x	3	25,00
<i>Stauroidesmus triangularis</i>	x						x	x	x	x	x	x	7	58,33
<i>Stauroidesmus</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Stauroidesmus</i> sp.2												x	1	8,33
<i>Teilingia granulata</i>									x		x	x	3	25,00
<i>Xanthidium paraguaense</i>							x			x			2	16,67
<i>Xanthidium sexagulares</i>								x					1	8,33
<i>Xanthidium trilobum</i>								x			x		2	16,67
CHLAMYDOPHYCEAE														
<i>Eudorina elegans</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Eudorina</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Eudorina</i> sp.2		x					x	x			x	x	5	41,67
<i>Eudorina</i> sp.3		x	x				x	x	x	x	x		7	58,33
<i>Eudorina</i> sp.4								x		x	x		3	25,00
<i>Pleudorina</i> sp.					x	x	x			x			4	33,33
<i>Volvox aureus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	11	91,67
<i>Volvox</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		11	91,67
<i>Volvox</i> sp.2		x	x	x		x			x				5	41,67

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS													FA	FR (%)
	Fevereiro						Julho							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
CHLOROPHYCEAE														
<i>Actinastrum hantzschii</i>	x			x		x			x		x	x	6	50,00
<i>Actinastrum</i> sp.	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	10	83,33
<i>Ankistrodesmus bernardii</i>		x	x				x	x	x	x		x	7	58,33
<i>Ankistrodesmus densus</i>				x						x	x	x	4	33,33
<i>Ankistrodesmus fusiforme</i>										x	x	x	3	25,00
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	x										x		2	16,67
<i>Ankistrodesmus spiralis</i>										x	x		2	16,67
<i>Ankistrodesmus</i> sp.1	x	x		x			x	x	x	x	x	x	9	75,00
<i>Ankistrodesmus</i> sp.2										x			1	8,33
<i>Astereococcus</i> sp.1									x				1	8,33
<i>Botryococcus</i> sp.						x		x		x			3	25,00
<i>Coelastrum cambricum</i>		x							x	x	x	x	5	41,67
<i>Coelastrum indicum</i>		x		x	x				x		x	x	6	50,00
<i>Coelastrum microporum</i>	x						x		x	x	x	x	6	50,00
<i>Coelastrum prosbocideum</i>											x	x	2	16,67
<i>Coelastrum pulchrum</i>											x	x	2	16,67
<i>Coelastrum</i> sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Coelastrum</i> sp.2			x				x	x					3	25,00
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	11	91,67
<i>Crucigenia</i> cf. <i>tetrapedia</i>	x			x			x					x	4	33,33
<i>Crucigenia</i> sp.	x	x		x		x	x	x	x	x		x	9	75,00
<i>Crucigeniella</i> sp.				x	x	x				x	x	x	6	50,00
<i>Desmodesmus armatus</i>				x		x	x			x	x	x	6	50,00
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>										x	x	x	3	25,00
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>maximus</i>											x		1	8,33
<i>Desmodesmus perforatus</i>	x	x		x			x		x		x	x	7	58,33
<i>Desmodesmus protuberans</i>	x	x		x									3	25,00
<i>Desmodesmus quadricauda</i>	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	10	83,33
<i>Desmodesmus</i> sp.1	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	10	83,33
<i>Desmodesmus</i> sp.2												x	1	8,33
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>											x		1	8,33
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			x			x	x		x			x	5	41,67
<i>Dictyosphaerium</i> sp.1	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	91,67
<i>Dimorphococcus lunatus</i>										x			1	8,33
<i>Dimorphococcus</i> sp.												x	1	8,33
<i>Eutetramorus</i> sp.	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	11	91,67
<i>Golenkinia radiata</i>	x						x	x	x	x	x	x	7	58,33
<i>Golenkinia</i> sp.			x				x	x	x		x		5	41,67

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS													FA	FR (%)
	Fevereiro						Julho							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
<i>Kirchneriella diana</i>											x	x	2	16,67
<i>Kirchneriella lunaris</i>		x	x				x	x	x	x			6	50,00
<i>Kirchneriella sp.1</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Kirchneriella sp.2</i>		x					x	x	x				4	33,33
<i>Micractinium bornhemiense</i>			x								x		2	16,67
<i>Micractinium pusillum</i>									x				1	8,33
<i>Micractinium sp.</i>	x	x	x	x			x		x	x	x		8	66,67
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Monoraphidium contortum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Monoraphidium irregulare</i>	x		x						x	x			4	33,33
<i>Monoraphidium sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	11	91,67
<i>Nephrocytium agardhianum</i>									x				1	8,33
<i>Nephrocytium sp.</i>	x						x	x	x		x		5	41,67
<i>Oocystis lacustris</i>	x		x					x	x				4	33,33
<i>Oocystis marssonii</i>		x		x	x	x			x			x	6	50,00
<i>Oocystis tainoensis</i>												x	1	8,33
<i>Oocystis sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Pediastrum duplex</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Pediastrum duplex var. duplex</i>							x				x		2	16,67
<i>Pediastrum duplex var. 1</i>									x		x		2	16,67
<i>Pediastrum duplex var. 2</i>											x		1	8,33
<i>Pediastrum privum</i>	x												1	8,33
<i>Monactinus simplex</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	11	91,67
<i>Monactinus simplex var. simplex</i>									x			x	2	16,67
<i>Stauridium tetras</i>	x	x		x			x		x		x	x	7	58,33
<i>Pediastrum sp.</i>	x	x									x		3	25,00
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	11	91,67
<i>Scenedesmus acunae</i>	x		x										2	16,67
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	x						x						2	16,67
<i>Scenedesmus ecornis</i>	x												1	8,33
<i>Scenedesmus indicus</i>	x	x	x	x	x	x			x		x	x	9	75,00
<i>Scenedesmus javanensis</i>		x				x							2	16,67
<i>Scenedesmus obtusus</i>		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	10	83,33
<i>Scenedesmus sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	100,00
<i>Sphaerocystis sp.</i>								x	x			x	3	25,00
<i>Tetraedron caudatum</i>						x		x	x	x	x	x	6	50,00
<i>Tetrastrum sp.</i>				x	x	x							3	25,00
<i>Treubaria triapendiculata</i>				x								x	2	16,67
<i>Treubaria varia</i>							x						1	8,33
<i>Treubaria sp.</i>	x	x		x			x	x	x		x	x	8	66,67

Quadro 2: Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de fevereiro e julho de 2011.

TÁXONS													FA	FR (%)
	Fevereiro						Julho							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
<i>Ulothrix</i> sp.						x							1	8,33
OEDOGONIOPHYCEAE														
<i>Oedogonium</i> sp.		x											1	8,33

ANEXO 3

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
Classe: Dinophyceae
Família: Peridiniaceae
Gênero: <i>Peridinium</i> Ehrenberg
<i>Peridinium</i> sp.1
<i>Peridinium</i> sp.2
Classe: Euglenophyceae
Família: Euglenaceae
Gênero: <i>Euglena</i> Ehrenberg
<i>Euglena</i> sp.
Gênero: <i>Phacus</i> Dujardin
<i>Phacus</i> sp.
Gênero: <i>Strombomonas</i> Deflandre
<i>Strombomonas</i> sp.
Gênero: <i>Trachelomonas</i> Ehrenberg
<i>Trachelomonas armata</i> Ehrenberg
Classe: Xanthophyceae
Família: Pleurochloridaceae
Gênero: <i>Isthmochloron</i> Skuja
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reinsch) Skuja
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Nägeli) Skuja
<i>Isthmochloron</i> sp.
Gênero: <i>Pseudostaurastrum</i> (Hansgirg) Chodat
<i>Pseudostaurastrum enorme</i> (Ralfs) R.Chodat
Família: Centritractaceae
Gênero: <i>Centritractus</i> Lemmermann
<i>Centritractus belenophorus</i> (W.Schmidel) E.Lemmermann
<i>Centritractus</i> sp.
Classe: Chrysophyceae
Família: Mallomonadaceae
Gênero: <i>Mallomonas</i> Perty
<i>Mallomonas</i> sp.
Família: Dinobryaceae
Gênero: <i>Dinobryon</i> Ehrenberg
<i>Dinobryon bavaricum</i> O.E.Imhof
<i>Dinobryon cylindricum</i> O.E.Imhof
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof
<i>Dinobryon</i> sp.1

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Dinobryon</i> sp.2
Classe: Coscinodiscophyceae
Família: Coscinodiscophyceae
Gênero: <i>Aulacoseira</i> Thwaites
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Cleve) Simonsen
<i>Aulacoseira muzzanensis</i>
<i>Aulacoseira pseudogranulata</i> (Cleve) Simonsen
<i>Aulacoseira</i> sp.1
<i>Aulacoseira</i> sp.2
Família: Rhizosoleniaceae
Gênero: <i>Urosolenia</i> Round & Crawford
<i>Urosolenia eriensis</i> (H.L.Smith) Round & R.M.Crawford
<i>Urosolenia</i> sp.
Gênero: <i>Rhizosolenia</i> Brightwell
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
Classe: Bacillariophyceae
Família: Surirellaceae
Gênero: <i>Surirella</i> Turpin
<i>Surirella linearis</i> W.Smith
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg
<i>Surirella</i> sp.
Família: Pinnulariaceae
Gênero: <i>Pinnularia</i> Ehrenberg
<i>Pinnularia</i> sp.
Família: Eunotiaceae
Gênero: <i>Eunotia</i> Enrenberg
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt
<i>Eunotia</i> sp.
Família: Amphipleuraceae
Gênero: <i>Amphipleura</i> Kutzing
<i>Amphipleura lindheimerii</i> Grunow
Família: Naviculaceae
Gênero: <i>Haslea</i> Simonsen
<i>Haslea</i> sp.
Gênero: <i>Navicula</i> Bory de Saint-Vincent
<i>Navicula</i> sp.
Família: Pleurosigmaaceae
Gênero: <i>Gyrosigma</i> Hassal

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Gyrosigma</i> sp.
Família: Achnantheaceae
Gênero: <i>Achnanthes</i> Bory de Saint-Vincent
<i>Achnanthes</i> sp.
Família: Cymbellaceae
Gênero: <i>Cymbella</i> Agardh
<i>Cymbella</i> sp.
Família: Gomphonemataceae
Gênero: <i>Gomphonema</i> Ehrenberg
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst
<i>Gomphonema</i> sp.
Classe: Fragilariophyceae
Família: Fragilariaceae
Gênero: <i>Synedra</i> Ehrenberg
<i>Synedra acus</i> Kützing
<i>Synedra goulardii</i> Brébisson ex Cleve & Grunow
<i>Synedra</i> sp.
Gênero: <i>Ulnaria</i> Kützing
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère
Classe: Cyanophyceae
Família: Nostocaceae
Gênero: <i>Dolichospermum</i> (Ralfs ex Bornet et Flahault)
<i>Dolichospermum circinalis</i> (Rabenhorst) Walcklin, Hoffmann & Komárek
Gênero: <i>Anabaena</i> Bory de Saint-Vincent ex Bornet & Flahault
<i>Anabaena</i> sp.1
<i>Anabaena</i> sp.2
<i>Anabaena</i> sp.3
<i>Anabaena</i> sp.4
Gênero: <i>Aphanizomenon</i> Morren
<i>Aphanizomenon</i> sp.
Gênero: <i>Raphidiopsis</i> F.E. Fritsch & F. Rich
<i>Raphidiopsis</i> sp.
Cianobactéria não identificada
Família: Merismopediaceae
Gênero: <i>Aphanocapsa</i> Nägeli
<i>Aphanocapsa holsatica</i>
<i>Aphanocapsa</i> sp.1
<i>Aphanocapsa</i> sp.2

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
Gênero: <i>Merismopedia</i> Meyen
<i>Merismopedia</i> sp.1
<i>Merismopedia</i> sp.2
Gênero: <i>Coelosphaerium</i> Nägeli
<i>Coelosphaerium</i> sp.
Família: Microcystaceae
Gênero: <i>Microcystis</i> Kützing ex Lemmermann
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Lemmermann
<i>Microcystis protocystis</i> Crow
<i>Microcystis novacekki</i> (Komárek) Compère
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek)
<i>Microcystis</i> sp.1
<i>Microcystis</i> sp.2
Família: Synechococcaceae
Gênero: <i>Epigloeosphaera</i> Komárkova-Legnerová
<i>Epigloeosphaera</i> sp.
Gênero: <i>Radiocystis</i> Skuja
<i>Radiocystis</i> sp.
Família: Phormidiaceae
Gênero: <i>Phormidium</i> Kützing ex Gomont
<i>Phormidium</i> sp. 1
<i>Phormidium</i> sp. 2
Gênero: <i>Planktothrix</i> Anagnostidis & Komárek
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková
<i>Planktothrix</i> sp.1
<i>Planktothrix</i> sp.2
Família: Oscillatoriaceae
Gênero: <i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont
<i>Oscillatoria limosa</i> Gomont
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher
<i>Oscillatoria</i> sp.1
<i>Oscillatoria</i> sp.2
<i>Oscillatoria</i> sp.3
Gênero: <i>Lyngbya</i> C. Agardh ex Gomont
<i>Lyngbya</i> cf. <i>hieronymusii</i> Lemmermann
<i>Lyngbya</i> sp.
Família: Pseudanabaenaceae
Gênero: <i>Spirulina</i> Turpin ex Gomont
<i>Spirulina</i> sp.
Gênero: <i>Pseudanabaena</i> Lauterborn
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe
<i>Pseudanabaena</i> sp.1
<i>Pseudanabaena</i> sp.2
Gênero: <i>Geitlerinema</i>
<i>Geitlerinema</i> sp.
Familia: Borziaceae
Gênero: <i>Borzia</i> Cohn ex Gomont
<i>Borziasp.</i>
Classe: Zygomatophyceae
Familia: Desmidiaceae
Gênero: <i>Desmidium</i> C. Agardh ex Ralfs
<i>Desmidium quadratum</i> Nordstedt
<i>Desmidium</i> sp.
Gênero: <i>Euastrum</i> Ehrenberg
<i>Euastrum abruptum</i> Nordstedt
<i>Euastrum informe</i> O.F.Borge
<i>Euastrum</i> sp.1
<i>Euastrum</i> sp.2
<i>Euastrum</i> sp.3
<i>Euastrum</i> sp.4
Gênero: <i>Teilingia</i> Bourelly
<i>Teilingia granulata</i> (Roy & Bissett) Bourelly
Gênero: <i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs
<i>Closterium aciculare</i> T. West
<i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson
<i>Closterium malmei</i> O.F.Borge
<i>Closterium pronum</i> Brébisson
<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg
<i>Closterium</i> sp.
Gênero: <i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs
<i>Cosmarium contractum</i> O.Kirchner
<i>Cosmarium decoratum</i> West & G.S.West
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst
<i>Cosmarium monifiliforme</i> Ralfs
<i>Cosmarium ornatum</i> Coesel
<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> Nordstedt
<i>Cosmarium</i> sp.1
<i>Cosmarium</i> sp.2
<i>Cosmarium</i> sp.3

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Cosmarium</i> sp.4
<i>Cosmarium</i> sp.5
Gênero: <i>Micrasterias</i> C.Agardh ex Ralfs
<i>Micrasterias furcata</i> C.Agardh ex Ralfs
<i>Micrasterias mahabuleshwarensis</i> J.Hobson
Gênero: <i>Octacanthium</i> Compère
<i>Octacanthium</i> sp.
Gênero: <i>Onychonema</i> Wallich
<i>Onychonema filiforme</i> (Ehrenberg ex Ralfs) J.Roy & Bisset
<i>Onychonema laeve</i> Nordstedt
<i>Onychonema</i> sp.
Gênero: <i>Staurastrum</i> Meyen ex Ralfs
<i>Staurastrum glabribrachiatum</i> Forster
<i>Staurastrum</i> cf. <i>glabribrachiatum</i>
<i>Staurastrum hystrix</i> Ralfs
<i>Staurastrum leptacanthum</i> Nordstedt
<i>Staurastrum leptocladum</i> L.N.Johnson
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornutum</i> Wille
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>insigne</i> West & G.S.West
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>leptocladum</i>
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>smithii</i> Grönblad
<i>Staurastrum muticum</i> Brébisson ex Ralfs
<i>Staurastrum polymorphum</i> Brébisson
<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> Wille
<i>Staurastrum pseudotetracerum</i> (Nordstedt) West & G.S.West
<i>Staurastrum pungens</i> Brébisson
<i>Staurastrum quadrinotatum</i> R.L.Grönblad
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt
<i>Staurastrum seabaldii</i> Reinsch
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve
<i>Staurastrum setigerum</i> var. <i>pectinatum</i> West & G.S.West
<i>Staurastrum</i> cf. <i>siolli</i> A.M.Scott & H.T.Croasdale
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs
<i>Staurastrum</i> cf. <i>tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordstedt
<i>Staurastrum volans</i> West
<i>Staurastrum</i> sp.
<i>Staurastrum</i> sp.1
<i>Staurastrum</i> sp.2
<i>Staurastrum</i> sp.3
<i>Staurastrum</i> sp.4
<i>Staurastrum</i> sp.5

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Staurastrum</i> sp.6
<i>Staurastrum</i> sp.7
<i>Staurastrum</i> sp.8
<i>Staurastrum</i> sp.9
<i>Staurastrum</i> sp.10
<i>Staurastrum</i> sp.11
<i>Staurastrum</i> sp.12
<i>Staurastrum</i> sp.13
<i>Staurastrum</i> sp.14
<i>Staurastrum</i> sp.15
<i>Staurastrum</i> sp.16
<i>Staurastrum</i> sp.17
<i>Staurastrum</i> sp.18
<i>Staurastrum</i> sp.19
<i>Staurastrum</i> sp.20
<i>Staurastrum</i> sp.21
<i>Staurastrum</i> sp.22
<i>Staurastrum</i> sp.23
Gênero: <i>Stauroidesmus</i> Teiling
<i>Stauroidesmus convergens</i> (Ehrenberg ex Ralfs) S.Lillieroth
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling
<i>Stauroidesmus dejectus</i> (Brébisson) Teiling
<i>Stauroidesmus dickiei</i> (Ralfs) S.Lillieroth
<i>Stauroidesmus lobatus</i> (Borgesen) Bourrelly
<i>Stauroidesmus mamillatus</i> (Nordstedt) Teiling
<i>Stauroidesmus pseudoarthrodesmus</i> (Gronblad) Teiling
<i>Stauroidesmus subulatus</i> (Kützing) Thomasson
<i>Stauroidesmus subtriangularis</i> (O.Borge) Teiling
<i>Stauroidesmus triangularis</i> (Lagerheim) Teiling
<i>Stauroidesmus</i> sp.1
<i>Stauroidesmus</i> sp.2
Gênero: <i>Xanthidium</i> Ehrenberg ex Ralfs
<i>Xanthidium paraguayenses</i> O.F.Borge
<i>Xanthidium sexangulare</i> Gronblad
<i>Xanthidium trilobum</i> Nordstedt
Familia: Zignemaceae
Gênero: <i>Mougeotia</i> C.Agardh
<i>Mougeotia delicata</i> Beck
<i>Mougeotia</i> sp.
Classe: Chlamyrophyceae
Familia: Volvocaceae

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
Gênero: <i>Eudorina</i> Ehrenberg
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg
<i>Eudorina</i> sp.1
<i>Eudorina</i> sp.2
<i>Eudorina</i> sp.3
<i>Eudorina</i> sp.4
<i>Eudorina</i> sp.5
Gênero: <i>Pleodorina</i> Shaw
<i>Pleodorina</i> sp.
Gênero: <i>Volvox</i> Linnaeus
<i>Volvox aureus</i> Ehrenberg
<i>Volvox globator</i> Linnaeus
<i>Volvox</i> sp.1
<i>Volvox</i> sp.2
<i>Volvox</i> sp.3
Classe: Chlorophyceae
Família: Chlorococcaceae
Gênero: <i>Tetraedron</i> Kützing
<i>Tetraedron caudatum</i>
Família: Ulotrichaceae
Gênero: <i>Ulothrix</i> Kützing
<i>Ulothrix</i> sp.
Família: Hydrodictyceae
Gênero: <i>Monactinus</i> Corda in Corda
<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda
<i>Monactinus simplex</i> Meyen var. <i>simplex</i>
Gênero: <i>Stauridium</i> Corda
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) Hegewald
Gênero: <i>Pediastrum</i> Meyen
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i>
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>punctatum</i> (Willi Krieger) Parra
<i>Pediastrum duplex</i> var. 1
<i>Pediastrum duplex</i> var. 2
<i>Pediastrum primum</i> (Printz) Hegewald
<i>Pediastrum</i> sp.
Família: Palmellaceae
Gênero: <i>Sphaerocystis</i> Chodat
<i>Sphaerocystis</i> sp.
Família: Radiococcaceae
Gênero: <i>Eutetramorus</i> Walton

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Eutetramorus</i> sp.
Familia: Dictyosphaeriaceae
Gênero: <i>Botryococcus</i> Kutzing
<i>Botryococcus</i> sp.
Gênero: <i>Dimorphococcus</i> A. Braun
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Braun
<i>Dimorphococcus</i> sp.
Gênero: <i>Dictyosphaerium</i> Nageli
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood
<i>Dictyosphaerium</i> sp.1
<i>Dictyosphaerium</i> sp.2
Familia: Micractiniaceae
Gênero: <i>Golenkinia</i> Chodat
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat
<i>Golenkinia</i> sp.
Gênero: <i>Micractinium</i> Fresenius
<i>Micractinium bornhemiense</i> (W. Conrad) Korshikov
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius
<i>Micractinium</i> sp.
Familia: Treubariaceae
Gênero: <i>Treubaria</i> Bernard
<i>Treubaria triapendiculata</i> C. Bernard
<i>Treubaria varia</i> Tiffany & Ahlstrom
<i>Treubaria</i> sp.
Familia: Scenedesmaceae
Gênero: <i>Crucigenia</i> Morren
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze
<i>Crucigenia</i> cf. <i>tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze
<i>Crucigenia</i> sp.
Gênero: <i>Crucigeniella</i> Lemmermann
<i>Crucigeniella</i> sp.
Gênero: <i>Actinastrum</i> Lagerheim
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim
<i>Actinastrum</i> sp.
Gênero: <i>Desmodesmus</i> (R. Chodat) S.S. An, T. Friedl & E. Hegewald
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) Hegewald
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) Hegewald
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegewald) Hegewald
<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) Hegewald
<i>Desmodesmus</i> cf. <i>maximus</i> (West & G.S. West) Hegewald
<i>Desmodesmus perforatus</i> (Lemmermann) Hegewald

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch & M.F.Rich) E.Hegewald
<i>Desmodesmus quadricauda</i> (Turpin) Hegewald
<i>Desmodesmus</i> sp.1
<i>Desmodesmus</i> sp.2
Gênero: <i>Scenedesmus</i> Meyen
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat
<i>Scenedesmus acunae</i>
<i>Scenedesmus bernardii</i> G.M.Smith
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat
<i>Scenedesmus indicus</i> Philipose
<i>Scenedesmus javanensis</i> Chodat
<i>Scenedesmus obliquo</i> var. <i>dimorphus</i> (Turpin) Hansgirg
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen
<i>Scenedesmus</i> sp.
Gênero: <i>Tetrastrum</i> Chodat
<i>Tetrastrum</i> sp.
Gênero: <i>Coelastrum</i> Nageli
<i>Coelastrum cambricum</i> Archer
<i>Coelastrum indicum</i> Turner
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli
<i>Coelastrum prosbocideum</i> Bohlin
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle
<i>Coelastrum</i> cf. <i>sphaericum</i> Nägeli
<i>Coelastrum</i> sp.1
<i>Coelastrum</i> sp.2
Família: Oocystaceae
Gênero: <i>Oocystis</i> Nageli
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
<i>Oocystis marssoni</i> Lemmermann
<i>Oocystis tainoensis</i> Komarek
<i>Oocystis</i> sp.
Gênero: <i>Ankistrodesmus</i> Corda
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek
<i>Ankistrodesmus densus</i> Korshikov
<i>Ankistrodesmus fusifome</i> Corda ex Korshikov
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Chodat) Komarková-Legnerová
<i>Ankistrodesmus</i> sp.1
<i>Ankistrodesmus</i> sp.2
Gênero: <i>Kirchneriella</i> Schmidle
<i>Kirchneriella diana</i> (Bohlin) Comas Gonzalez

Quadro 1: Composição do fitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí de Fevereiro e Julho de 2011.

TÁXONS
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K.Möbius
<i>Kirchneriella</i> sp.1
<i>Kirchneriella</i> sp.2
Gênero: <i>Monoraphidium</i> Komárková-Legnerová
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová
<i>Monoraphidium</i> sp.
Gênero: <i>Nephrocytium</i> Korsikov
<i>Nephrocytium agardhianum</i> Nägeli
<i>Nephrocytium</i> sp.
Família: Gloeocystaceae
Gênero: <i>Astereococcus</i> Scherfell
<i>Astereococcus</i> sp.1
Classe: Oedogoniophyceae
Família: Oedogoniaceae
Gênero: <i>Oedogonium</i> Link ex Hirn
<i>Oedogonium</i> sp.