



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

ESTRUTURA DA COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA DA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DA UHE DE TUCURUÍ-PARÁ.

MILENA DAISY RIBEIRO MONTEIRO TAVARES

Belém-Pa

2011

MILENA DAISY RIBEIRO MONTEIRO TAVARES

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA DA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DA UHE DE TUCURUÍ-PARÁ.**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Ecologia Aquática e Pesca da
Universidade Federal do Pará para
obtenção do título de Mestre em
Ecologia Aquática e Pesca

Orientador: Prof. Dr. Rosildo Santos Paiva

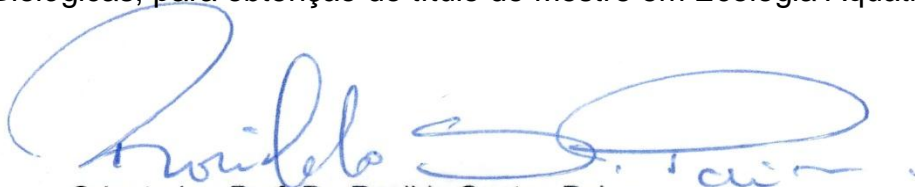
Belém-Pa

2011

Milena Daisy Ribeiro Monteiro Tavares

ESTRUTURA DA COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA DA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DA UHE DE TUCURUÍ-PARÁ.

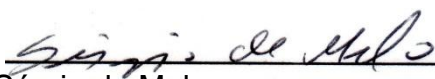
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará às 9 horas do dia 2 de junho de 2011, na sala PAT-05 do prédio do Macacário no Instituto de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.



Orientador: Prof. Dr. Rosildo Santos Paiva

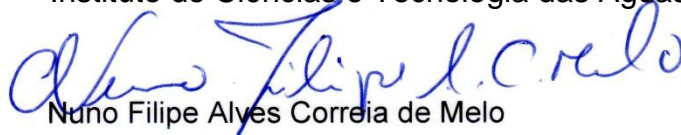
Universidade Federal do Pará

Instituto de Ciências Biológicas

Examinadores: 
Sérgio de Melo

Universidade Federal do Oeste do Pará

Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas



Universidade Federal Rural da Amazônia

Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos



Valerie Sarpedonti

Universidade Federal do Pará

Instituto de Ciências Biológicas

...Se você quiser alguém em quem confiar,

Confie em si mesmo.

Quem acredita sempre alcança...

Renato Russo

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por todo o caminho percorrido até a finalização desta etapa importante, assim como agradeço todos que dispuseram de tempo e esforço para contribuir com este trabalho.

Agradeço ao Projeto Barragens da Amazônia, no qual fui bolsista, na pessoa do Sr. Augusto Saraiva, que disponibilizou os dados do trabalho realizado na UHE de Tucuruí.

Agradeço à UFPA e ao Programa de Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca pela estrutura e lições científicas valiosas que ajudaram a consolidar minha profissão e minha vida.

Agradeço ao Professor Dr. Rosildo Paiva pela orientação deste trabalho e ajuda durante minha carreira acadêmica nos cursos de Graduação em Biologia e Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca ambos na UFPA.

Agradeço aos amigos de laboratório, de turma e de infância que nas dúvidas e inseguranças me acalentaram com palavras doces.

Agradeço ao meu marido, que conseguiu me transmitir calma e tranquilidade necessárias no período mais difícil do trabalho.

Agradeço aos meus pais e familiares que hoje vejo que tão grande é a saudade do convívio diário.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
OBJETIVOS	11
OBJETIVO GERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
MATERIAL E MÉTODOS	11
LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA	11
DELINEAMENTO AMOSTRAL	12
PRECIPITAÇÃO	16
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICO	16
COMPOSIÇÃO MICROFITOPLANCTÔNICA	16
TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS	17
ANÁLISES ESTATÍSTICAS	18
RESULTADOS	19
DISCUSSÃO	39
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização das estações de coleta na Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará.	13
Figura 2. Distribuição mensal da precipitação média de Tucuruí durante os anos de 2008 e 2009. (Fonte: INMET).	19
Figura 3. Variação espacial da clorofila a na área de influência da UHE de Tucuruí-Pará.	23
Figura 4. Composição do microfitoplâncton da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará nos quatro períodos de coleta.	24
Figura 5. Distribuição das divisões taxonômicas a montante e a jusante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará.	25
Figura 6. Representação gráfica das variáveis limnológicas da UHE de Tucuruí-Pará com suas porcentagens de autovalores.	37
Figura 7. Representação gráfica dos componentes principais da UHE de Tucuruí-Pará.	38
Figura 8. Dendrograma da análise de cluster das variáveis limnológicas da UHE de Tucuruí-Pará.	39

ESTRUTURA DA COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UHE DE TUCURUÍ-PARÁ.

INTRODUÇÃO

A água é o bem de consumo mais importante para a humanidade e sua importância perpassa pela economia, bem estar social além de constituir um recurso natural de valor estratégico (Sousa *et al.*, 2008). As águas continentais ou interiores apresentam como valor estratégico as suas importantes utilizações como recreação, turismo, pesca, aquicultura, transporte, abastecimento de água para consumo humano e geração de energia elétrica (Matsumura-Tundisi, 2007).

No Brasil o barramento de rios para a geração de energia e abastecimento público ocorreu no ano de 1889 com a construção da 1ª usina hidrelétrica localizada no rio Paraibuna (Juiz de Fora-MG) e se intensificou durante as décadas de 1960 e 1970, com vários rios sofrendo alterações com a construção de barragens (Hahn & Fugli, 2007).

Estudos relacionados a estas alterações ecológicas são muito importantes, uma vez que contribuem para compreensão da sucessão de comunidades, padrões de colonização e efeitos dos pulsos em sistemas que sofreram mudanças rápidas (Tundisi, 2007).

É importante entender o ambiente dos reservatórios, pois são complexos, apresentam um padrão dinâmico, onde ocorrem mudanças rápidas no que diz respeito aos mecanismos de funcionamento e gradientes horizontais e verticais (Tundisi, 2007). Para Barbosa & Espíndola (2003), as represas são ecossistemas intermediários entre rios (lóticos) e lagos (lênticos) e possuem características específicas, as quais dizem respeito às forças antrópicas inerentes a este ecossistema que são os mecanismos específicos de circulação horizontal e vertical gerados pela operação da barragem (Moro *et al.*, 2003).

Desta forma, as comunidades biológicas aquáticas do ambiente de reservatório sofrem transformações na sua estrutura, pois as espécies presentes no pré-enchimento diferem das que predominam no ambiente alterado (Tôha *et al.*, 2007), também ocorrem grande proliferação de algumas espécies e redução ou até eliminação de outras (Hahn & Fugi, 2007).

Nesses ambientes, Overbeck (2000) afirma que a teia alimentar organiza-se de forma simplificada com a presença dos organismos produtores (fitoplâncton e macrófitas, macroconsumidores (peixes) e microconsumidores (zooplâncton), além de bactérias e fungos responsáveis, entre outros, pela decomposição da matéria orgânica.

São necessários estudos cuidadosos sobre os organismos destes ambientes, pois segundo Straskraba & Tundisi (2000) o conhecimento dos organismos aquáticos e da cadeia alimentar de reservatórios é muito importante, porque a presença ou ausência de algumas espécies e a composição da comunidade existente é um forte indicador da qualidade do corpo d'água, haja vista que a fertilidade do ambiente hídrico depende fortemente da comunidade fitoplanctônica (Tundisi, 2003).

Alguns dos trabalhos mais recentes sobre a comunidade fitoplanctônica na região amazônica são os de Souza *et al.*, (2007) sobre desmídias de lago de inundação localizado no parque nacional do Jaú no estado do Amazonas; Ferrari *et al.* (2007) que realizou estudo florístico de espécies de Eunotiaceae de igarapés de Manaus e Presidente Figueiredo (Amazonas); Ribeiro *et al.*, (2008) sobre diatomáceas de sedimento da praia de Itupanema no estado do Pará; Melo *et al.*, (2009) descreveram espécies do gênero *Euastrum* e *Micrasterias* de um lago de inundação situado na cidade de Manaus (Amazonas); Melo & Souza (2009) realizaram estudo sobre a flutuação anual e interanual da riqueza de espécies de desmídias de um lago de inundação amazônico de águas pretas, o lago Catiuaú, localizado no estado do Amazonas; também no lago Catiuaú foi realizado por Raupp *et al.*, (2009) estudo do controle do pulso de inundação sobre a composição e abundância das diatomáceas planctônicas; Carmona *et al.*, (2009) analisou a variação espaço-temporal do microfitoplâncton dos furos Ostra e Grande localizados nos

canais de maré do estuário do Caeté na cidade de Bragança (Pará); também na cidade de Bragança (Pará) foi verificada a variação temporal do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da ilha Canela por Sousa *et al.*, (2009); ao longo de São Miguel do Guamá e Belém (Pará) foi analisada a composição e densidade do microfitoplâncton por Monteiro *et al.*, (2009); Costa *et al.*, (2010) tratando do microfitoplâncton do lago Água Preta localizado no parque ambiental de Belém, estado do Pará, durante o período chuvoso da região

Na Amazônia existem cinco usinas hidrelétricas, sendo a usina hidrelétrica de Tucuruí a maior e mais importante, a qual sofre monitoramento desde 1986 com verificações anuais da distribuição espacial dos bancos de macrófitas aquáticas a partir de séries históricas de imagens digitais TM/Landsat (Abdon e Meyer, 1990).

Dentre os trabalhos realizados na região da UHE de Tucuruí destacam-se o de Fearnside (1997) com um paralelo sobre as fontes de energia hidrelétrica e alternativa, em 1999 há o trabalho de Petri Porvari onde verificou os níveis de mercúrio nos peixes do reservatório e no rio Moju no Pará, no mesmo ano Fearnside realizou verificações sobre os impactos sociais provenientes da construção da barragem, o mesmo publicou trabalho em 2001 também na região de Tucuruí com objetivo de determinar os impactos ambientais gerados pela represa e por fim em 2004 realizou pesquisa sobre as emissões de gases de efeito estufa pelo reservatório. Já estudos sobre as comunidades biológicas são insipientes ressaltando os estudos de Braga (1990) sobre monitoramento da produtividade primária por meio de análises de satélite e de Espíndola *et al.* (2000), sobre a distribuição do zooplâncton no reservatório.

A existência de poucos trabalhos sobre a comunidade planctônica da área de influência da UHE de Tucuruí contrapõe-se a importância e caráter dinâmico destes organismos, os quais apresentam elevadas taxas de reprodução e perda, respostas rápidas às alterações físicas e químicas do meio e complexas relações intra e interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos (Valiela, 1997), portanto, realizar estudos sobre este

componente biológico torna-se importante, pois confere a possibilidade de inferir sobre as condições ecológicas do meio.

A fim de verificar a heterogeneidade espacial do microfitoplâncton relacionando aos parâmetros físico-químicos para assim compreender a dinâmica do reservatório da UHE de Tucuruí-Pará o presente estudo foi realizado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Determinar a estrutura do microfitoplâncton de rede do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí entre os municípios de Itupiganga e Cametá (Pará).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar a variação espaço-temporal dos parâmetros físico-químicos da água do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí;
2. Determinar a variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica, medida em termos de clorofila 'a', do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí;
3. Determinar composição específica, frequência de ocorrência, abundância relativa do microfitoplâncton do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí;
4. Determinar a variação sazonal da estrutura da comunidade microfitoplanctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí;

MATERIAL E MÉTODOS

LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

A bacia Tocantins-Araguaia, na qual está instalada a UHE de Tucuruí, abrange os estados do Tocantins e Goiás (58%), Mato Grosso (24%), Pará (13%), Maranhão (4%) e o Distrito Federal (1%), limita-se ao sul com a bacia do Paraná, a oeste com a bacia do Xingú e a leste com a do São Francisco

(Alves, 2005). A região apresenta uma estação chuvosa, de dezembro a maio atingindo de 500 a 600 mm de chuva, e uma estação seca, de junho a novembro, com período de estiagem pronunciado de agosto a setembro (Lima, 2008).

A bacia Tocantins-Araguaia tem uma área de 803.250 Km² e deságua na baía do Marajó. O rio Tocantins apresenta suas maiores vazões entre dezembro e maio e as menores nos meses de agosto a outubro, fato fortemente influenciado pelo regime pluvial da região (Alves, 2005).

A UHE de Tucuruí é a maior da região norte do Brasil, pertence às Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte), possui uma área de cerca de 2.430 km² (ELETROBRÁS, 1990) e é a maior usina hidrelétrica em funcionamento no país com 8.370.000 KW de potência (ANEEL, 2008). Tucuruí Localiza-se no estado do Pará entre as coordenadas 3°45' e 5°15' latitude Sul e 49°12' e 50°00' longitude Oeste (Espíndola *et al.*, 2000).

A UHE Tucuruí está localizada no trecho inferior do rio Tocantins, na bacia do rio Tocantins-Araguaia, a 350 Km ao sul da cidade de Belém. O local onde foi construída a barragem apresenta três unidades de relevo: Planalto Setentrional Pará-Maranhão, Planalto Rebaixado do Amazonas e Depressão Periférica do Sul do Pará (Eletronorte, 2000).

A área de influência da usina de Tucuruí é uma Área de Proteção Ambiental (APA), lei nº 6451/02 da Secretaria de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará (SECTAM/PA).

O lago formado com a inundação da área possui aproximadamente 72 metros de profundidade, comprimento de 170 Km no sentido norte-sul e cerca de 1.600 ilhas (SANCHES E FISCH, 2005).

DELINEAMENTO AMOSTRAL

Foram realizadas coletas trimestrais no período de junho de 2008 a abril de 2009, correspondendo a quatro campanhas, as quais ocorreram nos meses de junho e setembro de 2008 (período seco) e; dezembro/2008 e abril/2009

(período chuvoso). Foram estabelecidos dezessete pontos amostrais distribuídos a montante (11) e a jusante (6) da barragem (figura 1), os quais foram georeferenciados com o auxílio de um GPS da marca Garmin (Tabela 1).

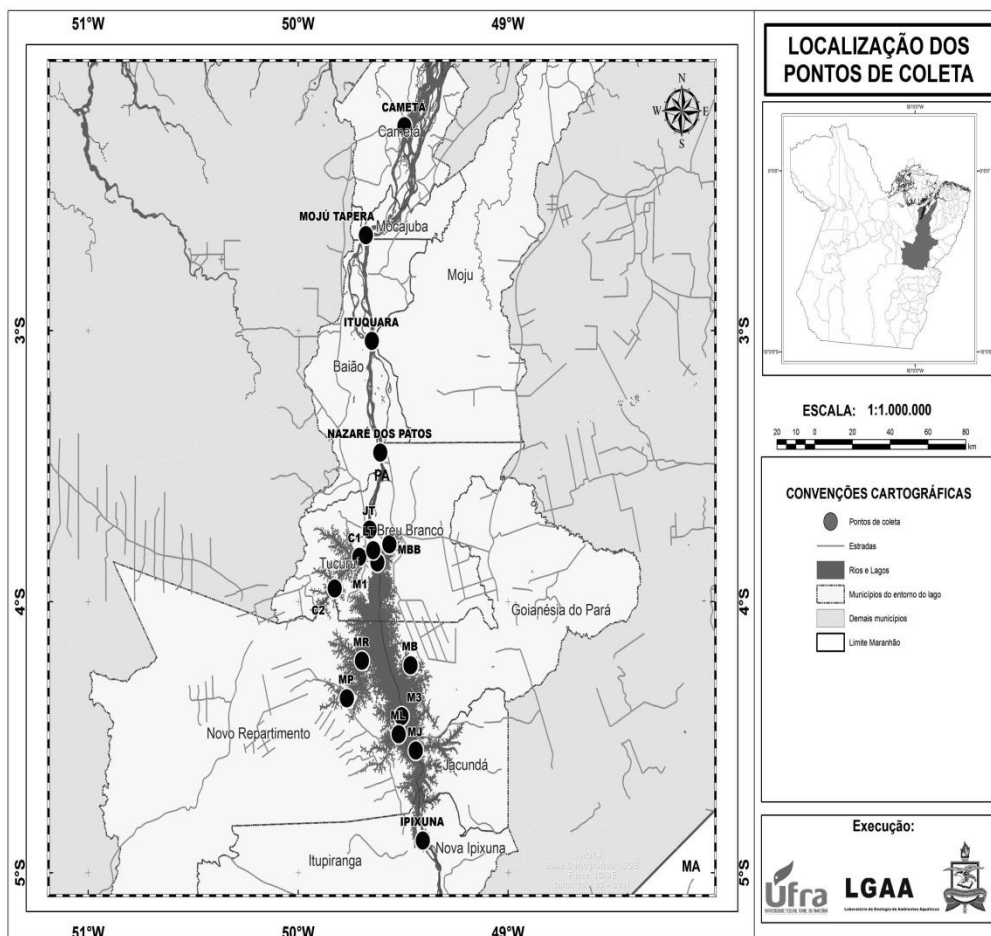


Figura 1. Mapa de localização das estações de coleta na Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará.

As estações de coleta abrangeram a área de influência do reservatório a qual compreende os municípios desde Itupiranga a Cametá (Pará). Estes locais foram determinados a partir do delineamento amostral do projeto de pesquisa do qual os dados desta pesquisa são oriundos, o projeto intitulado-se Barragens da Amazônia, financiado pela empresa ELETRNORTE S.A (Tabela 1).

Tabela 1: Localização geográfica dos pontos amostrais localizados a montante e a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Pará.

Pontos Amostrais Montante	Siglas	Coordenadas Geográficas	Pontos Amostrais Jusante	Siglas	Coordenadas Geográficas
Montante Itupiranga	MIT	S05°08'20,4'' W49°19'11,3''	Jusante Linha Transmissão	JLT	S03°48'37'' W49°38'33,9''
Montante Jacundá Velho	MJ	S04°32'58,5'' W49°26'24,5''	Jusante Tucuruí	JT	S03°44'03,2'' W49°39'36,6''
Montante Lontra	ML	S04°29'20,2'' W49°31'17,5''	Jusante Nazaré Patos	JNP	S03°27'02'' W49°36'33,3''
Montante 3	M3	S04°25'21,7'' W49°30'29,4''	Jusante Ituquara	JIT	S03°02'19,5'' W49°38'57,7''
Montante Pucuruí	MP	S04°21'22,8'' W49°46'05,7''	Jusante Mojú Tapera	JMT	S02°38'55,4'' W49°40'41,3''
Montante Belauto	MB	S04°14'04,3'' W49°27'55,0''	Jusante Cametá	JC	S02°14'46,8'' W49°29'39,1''
Montante Repartimento	MR	S04°13'05,6'' W49°41'48,7''			
Caraipé 2	C2	S03°57'06,0'' W49°49'33,4''			
Montante 1	M1	S03°51'20,5'' W49°37'23,4''			
Montante Breu Branco	MBB	S03°47'19,7'' W49°33'57,7''			
Caraipé 1	C1	S03°50'04,9'' W49°42'32,2''			

As coletas ocorreram nos dezessete pontos indicados anteriormente, sendo possível caracterizar os mesmos de acordo com o trabalho de Espíndola *et al.*, (2000), uma vez que estes estabeleceram diferenças importantes na morfometria do sistema, as quais influenciavam diretamente na circulação do fluxo de água na região. Na tabela 2, a seguir, apresentam-se algumas descrições relevantes de cada ponto, as quais possibilitarão a compreensão dos resultados encontrados.

Tabela 2: Características dos pontos amostrais da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Pará.

Pontos Amostrais	Siglas	Características	Pontos Amostrais	Siglas	Características
Montante			Jusante		
Montante Itupiranga	MIT	Pólo Urbano- Ponto mais distante da barragem	Jusante Linha Transmissão	JLT	Próximo à barragem
Montante Jacundá Velho	MJ	Região Ararãõ (Lago)	Jusante Tucuruí	JT	Próximo à barragem
Montante Lontra	ML	Região Ararãõ (Calha central-Lago)	Jusante Nazaré Patos	JNP	Pólo urbano
Montante 3	M3	Região Ararãõ (Calha central-Lago)	Jusante Itaquara	JIT	Pólo urbano
Montante Pucuruí	MP	Região Ararãõ (Calha central-Lago -Margem esquerda)	Jusante Mojú Tapera	JMT	Pólo urbano
Montante Belauto	MB	Região Ararãõ (Calha central-Lago -Margem direita)	Jusante Cametá	JC	Pólo urbano
Montante Repartimento	MR	Região Ararãõ (Calha central-Lago -Margem esquerda)			
Caraipé 2	C2	Região Caraipé (ilhas)			
Montante 1	M1	Região Araçagi (Próximo à barragem)			
Montante Breu Branco	MBB	Região Araçagi (Próximo à barragem)			
Caraipé 1	C1	Região Caraipé (ilhas)			

PRECIPITAÇÃO

Os valores de precipitação da UHE de Tucuruí foram obtidos a partir dos dados disponibilizados no sitio eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, no qual se encontra o Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICO

Foram feitas *in situ* medidas de: temperatura da água; pH; turbidez e condutividade elétrica através da Sonda Hydrolab DataSonde 4^a.

Em laboratório foram realizadas as análises de sólidos totais em suspensão, pelo método gravimétrico; oxigênio dissolvido, pelo método de Winckler modificado pela azida sódica e clorofila *a* pelo método de Strickland & Parsons (1968).

COMPOSIÇÃO MICROFITOPLANCTÔNICA

As amostras destinadas ao levantamento do microfitoplâncton foram obtidas a partir de arrastos sub-superficiais com rede de plâncton de 20 µm de abertura de malha, durante três minutos, a uma profundidade de um metro e durante o horário da manhã. Após coletadas, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno e fixadas com solução Transeau. A composição do fitoplâncton foi determinada utilizando-se lâminas não permanentes, observadas em um microscópio óptico binocular. Na identificação dos táxons, foram utilizados os trabalhos de Bicudo (1970); Bourrelly (1972); Cleve-Euler (1953); Desikachary (1959); Förster (1974); Hino & Tundisi (1984); entre outros. O sistema de classificação utilizado para as diatomáceas foi o de Round *et al.* (1990); para as cianofíceas o de Desikachary (1959); para as clorofíceas de Bourrelly (1972); Anagnostidis & Komárek (1988) para euglenofíceas e para os dinoflagelados Balech (1988).

TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

Obteve-se a Abundância Relativa de cada espécie identificada através de contagem dos 100 primeiros organismos encontrados em lâminas não permanentes extraídas de cada amostra, seguindo o critério descrito por LOBO & LEIGHTON (1986), que funciona da seguinte forma:

D = Dominante..... $\geq 70\%$

A = Abundante..... $> 70\% \text{---} 40\%$

P = Pouco Abundante..... $< 40\% \text{---} 10\%$

R = Rara..... $< 10\%$

As espécies que não foram encontradas entre os 100 primeiros organismos contados, mas que estiveram presentes na amostra, foram consideradas raras (R). Para as espécies coloniais, cada colônia foi considerada como sendo 1 (um) indivíduo, independente do número de células presentes nessa colônia.

Obteve-se a Frequência de Ocorrência através de uma adaptação do cálculo utilizado por MATEUCCI *et al.*, (1982), que é descrito a seguir:

$F = (P \cdot 100) / T$, onde:

P = Número de amostras contendo a espécie;

T = Número total de amostras coletadas;

F = Frequência de ocorrência.

Em função de "F", foram identificadas as seguintes categorias:

- MF = Muito freqüentes..... $\geq 80\%$
- F = Freqüentes..... $< 80\% \text{---} 50\%$
- PF = Pouco freqüentes..... $< 50\% \text{---} 20\%$
- E = Esporádicas..... $< 20\%$

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para verificar associação entre variáveis e as diferenças entre os ambientes do reservatório da UHE de Tucuruí foi utilizada a Correlação Linear de Pearson, onde a variação ocorre de -1 até +1, indicando com isto correlações negativas e positivas (Ayres *et al.*, 2007), quanto mais próximo da unidade mais forte é a correlação, com relação ao valor crítico de significância estabeleceu-se $p < 0,05$.

Os parâmetros físico-químicos e clorofila *a* passaram por análises de variância ANOVA – Modelo Linear com valor crítico de $p < 0,05$, para testar as possíveis diferenças entre as campanhas de coletas nos diferentes períodos do ano e também entre os ambientes do reservatório.

ANOVA 1 Critério foi executada a fim de verificar as possíveis diferenças estatisticamente significantes da composição específica da UHE de Tucuruí durante as campanhas e nos ambientes do reservatório da UHE.

Padronizou-se como hipótese nula para os testes, a igualdade das variáveis aferidas e como hipótese alternativa a diferença das mesmas.

Para a Análise de Componentes Principais foi gerada uma matriz inicial composta pelos parâmetros físico-químicos e valores de clorofila *a*, a fim de examinar a significância relativa das variáveis correlacionadas e medir seu grau de importância para a variabilidade do ambiente.

Para a análise de Cluster foi gerada uma matriz composta pela clorofila *a* e variáveis físico-químicas observadas para execução do teste sob o método de agregação de ligação completa.

Os pacotes estatísticos que auxiliaram a execução dos testes foram o software Statistica 10 versão 15.

RESULTADOS

PRECIPITAÇÃO

Segundo dados obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) a região de Tucuruí (Pará) no ano de 2008 apresentou o mês de março com a maior pluviosidade (média de 18,54mm) e o mês de julho com menor precipitação (média de 0,60mm). Para o ano de 2009 a maior precipitação foi observada no mês de abril (média de 23,63mm), já o mês de setembro apresentou o menor índice pluviométrico (média de 0,14mm), (Figura 2).

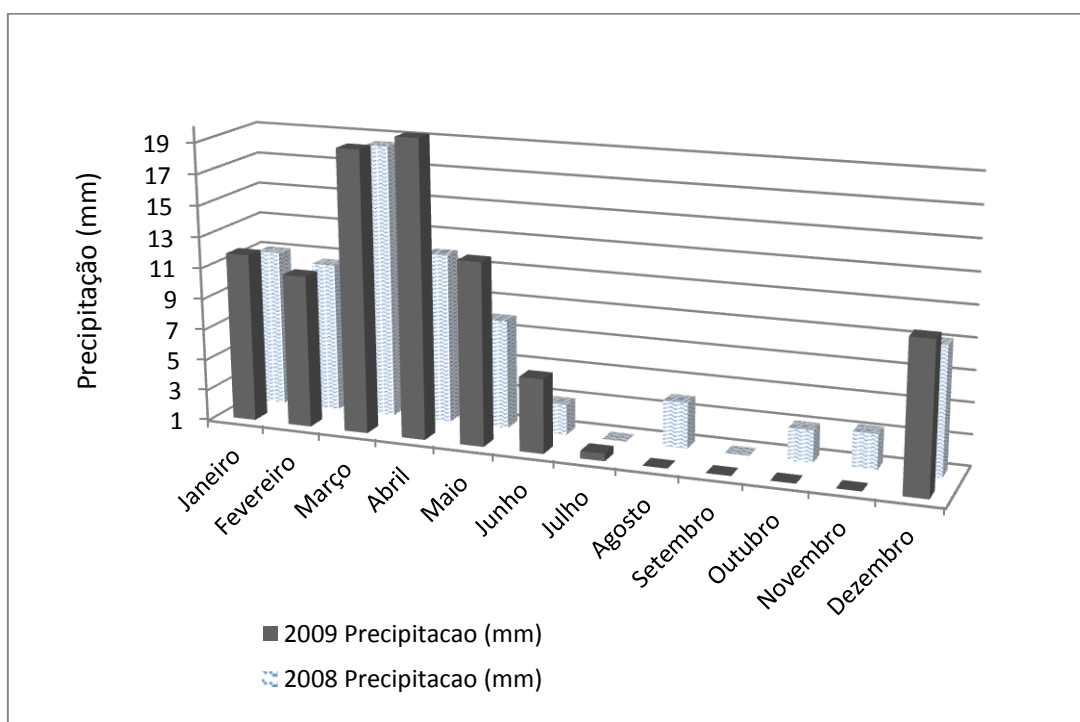


Figura 2. Distribuição mensal da precipitação média de Tucuruí durante os anos de 2008 e 2009. (Fonte: INMET).

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS e BIOLÓGICO

Os dados limnológicos observados durante todos os meses de campanha são apresentados na tabela 3, a qual indica para temperatura da água o mínimo de 27,3 °C no mês de abril/2009 no ponto M3 e o máximo de 32,7 °C durante o mês de junho/2008 no ponto MP. Nos pontos localizados a

jusante da barragem, o máximo foi de 30,3 °C e o mínimo de 28,4 °C ambas no ponto JLT.

O potencial hidrogeniônico indicou na montante águas ligeiramente ácida a alcalina, com um pH mínimo de 6,60, no mês de setembro/2008 no ponto C1, e máximo de 8,70, no mês de abril/2009 no ponto MB. Nos pontos localizados a jusante da barragem foram observados valores variando entre 6,72, no ponto JIT em abril/2009, e máximo de 7,93, no ponto JIT em junho/2008.

Os sólidos totais em suspensão a montante apresentam mínimo de 0,40 mg/L no mês de junho/2008 nos pontos MR, MB e C1 e máximo de 39,9 mg/L no mês de dezembro/2008 na estação C1. A jusante o mínimo foi de 0,4 mg/L no mês de junho/2008 nos pontos JIT e JMT e máximo de 17,6 mg/L na JC em dezembro/2008.

A turbidez variou de 0,88 NTU, no mês de setembro/2008 no ponto M1 a 29,6 no mês de dezembro/2008 no ponto ML. A jusante a mínima observada foi de 1,38 NTU no ponto JI em dezembro/2008, e o máximo de 15,21 NTU no ponto JC em abril/2009.

Os valores de OD (Oxigênio Dissolvido) variaram na montante de um valor mínimo de 3,77 mg/L na MJ em abril/2009 e máximo de 7,77 mg/L durante o mês de dezembro/2008 também na estação Montante Jacundá, já a jusante apresentou mínimo igual a 3,66 mg/L durante o mês de setembro/2008 na estação JNP e máximo de 6,96 mg/L em JC em abril/2009.

A condutividade elétrica variou a montante de 32,7 $\mu\text{s/cm}$, em dezembro/2008 no ponto MP a 67,3 $\mu\text{s/cm}$, em junho/2008 no ponto MBB. À jusante o mínimo foi de 52,2 $\mu\text{s/cm}$, ponto JC em junho/2008, e máximo de 63,1 $\mu\text{s/cm}$ no ponto JT em dezembro/2008.

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos e clorofila *a* da UHE de Tucuruí, Pará.

Localização	Siglas	Temperatura			
		jun/08	set/08	dez/08	abr/09
Montante	MIT	29,1	29,6	32,6	28,7
Montante	MJ	30,5	30,2	31,5	29,5
Montante	ML	29,9	30,3	31,2	29,3
Montante	M3	30,3	30,1	31	27,3
Montante	MP	31,7	31,6	29,7	28,6
Montante	MB	29,3	30,7	30,8	29
Montante	MR	32,7	31,3	30,7	29,1
Montante	C2	30	31,4	29,8	31,8
Montante	M1	28,9	30,3	28,2	30
Montante	MBB	28,6	30,6	29,5	29,7
Montante	C1	30	30,3	29,7	29,2
Jusante	JLT	28,4	29,7	30,3	29,5
Jusante	JT	28,5	29,6	30,1	29,5
Jusante	JNP	28,8	29,6	29,8	29,1
Jusante	JIT	29,2	29,2	29,9	30,3
Jusante	JMT	29,1	29,7	29,9	29,7
Jusante	JC	28,5	29,3	29,9	30,2

Localização	Siglas	pH			
		jun/08	set/08	dez/08	abr/09
Montante	MIT	7,93	7,5	7,24	7,61
Montante	MJ	7,66	7,4	7,6	7,43
Montante	ML	7,72	7,1	7,41	7,36
Montante	M3	7,98	7	7,17	8,02
Montante	MP	8,24	7	7,38	7,37
Montante	MB	7,44	7,2	7,38	8,7
Montante	MR	8,01	7	7,21	7,16
Montante	C2	7,83	7,3	7,5	7,49
Montante	M1	8,07	6,9	7,11	7,51
Montante	MBB	8,05	7	7,96	7,41
Montante	C1	7,99	6,6	7,32	7,37
Jusante	JLT	7,23	7,1	7,35	7,17
Jusante	JT	7,34	7,1	7,45	7,87
Jusante	JNP	7,39	7	7,48	7,39
Jusante	JIT	7,44	7,2	7,32	6,72
Jusante	JMT	7,51	7,3	7,41	7,24
Jusante	JC	7,32	7,3	7,32	6,92

Localização	Siglas	STS			
		jun/08	set/08	dez/08	abr/09
Montante	MIT	16,6	1,4	3,6	19,9
Montante	MJ	3	3	2,2	3,2
Montante	ML	2,2	1,4	11,4	3,8
Montante	M3	1,8	1,2	5,6	8,6
Montante	MP	2	1	38,2	2,6
Montante	MB	0,4	1,2	16,2	5,2
Montante	MR	0,4	0,8	1,6	3
Montante	C2	0,4	2,8	1	3,2
Montante	M1	1,4	1,6	8	1,8
Montante	MBB	0,8	2,2	1	3,2
Montante	C1	0,6	2,2	39,9	13,2
Jusante	JLT	2	1,6	2,4	1,8
Jusante	JT	2	1,8	12	4,8
Jusante	JNP	1,4	4,4	1	9,6
Jusante	JIT	0,4	5,8	0,8	3,8
Jusante	JMT	0,4	6,6	0,8	3,2
Jusante	JC	1,6	6,8	17,6	5,2

Localização	Siglas	Turbidez			
		jun/08	set/08	dez/08	abr/09
Montante	MIT	17,23	2,26	2,55	18,36
Montante	MJ	5,77	3,18	2,22	8,09
Montante	ML	4,87	2	29,6	9,08
Montante	M3	5,57	1,26	5,42	12,73
Montante	MP	2,04	3,48	17,07	8,66
Montante	MB	1,77	1,65	16,45	8,82
Montante	MR	3,04	1,56	1,76	9,22
Montante	C2	1,45	2,91	1,03	2,86
Montante	M1	3,82	0,88	16,82	3,08
Montante	MBB	3,8	1,68	1,87	8,86
Montante	C1	2,99	1,72	15,33	8,56
Jusante	JLT	5,24	1,98	7,06	6,63
Jusante	JT	4,05	3,7	1,84	8,2
Jusante	JNP	4,98	3,82	2,86	9,23
Jusante	JIT	3,38	3,77	1,38	8,63
Jusante	JMT	4,46	2,34	2,55	13,38
Jusante	JC	7,11	5,91	8,98	15,21

Localização	Siglas	OD			
		jun/08	set/08	dez/08	abr/09
Montante	MIT	6,97	6,33	6,99	5,88
Montante	MJ	6,51	7	7,77	3,77
Montante	ML	5,31	6	7,15	6,54
Montante	M3	6,71	5,5	4,93	4,68
Montante	MP	6,71	6,66	5,78	4,58
Montante	MB	7,42	6,16	5,76	5,71
Montante	MR	6,49	6,16	6,74	7,52
Montante	C2	5,36	5,33	5,25	4,02
Montante	M1	4,53	5,83	5,24	4,53
Montante	MBB	5,36	6	5,01	6,54
Montante	C1	5,52	4,83	5,23	5,87
Jusante	JLT	4,23	4,16	5,47	5,54
Jusante	JT	6,14	3,83	6,9	5,71
Jusante	JNP	4,82	3,66	5,15	5,46
Jusante	JIT	6,04	5,33	4,62	6,88
Jusante	JMT	5,16	6,5	5,01	5,28
Jusante	JC	5,44	6,33	5,49	6,96

Localização	Siglas	Clorofila a			
		jun/08	set/08	dez/08	abr/09
Montante	MIT	1,9	0,71	9,28	4,05
Montante	MJ	10,23	8,09	11,42	3,33
Montante	ML	9,76	3,81	2,6	2,62
Montante	M3	4,28	2,86	22,84	1,19
Montante	MP	2,62	3,57	4,52	0,48
Montante	MB	2,86	2,86	7,14	0,48
Montante	MR	8,09	2,14	5,71	0,48
Montante	C2	4,52	4,52	12,85	6,19
Montante	M1	5,47	2,8	3,81	5,24
Montante	MBB	5,47	3,81	3,09	0,24
Montante	C1	3,09	4,05	5,23	5,95
Jusante	JLT	5,47	0,71	7,14	6,9
Jusante	JT		0,71	19,75	6,9
Jusante	JNP	3,33	4,76	3,09	14,04
Jusante	JIT	1,19	6,66	3,8	14,76
Jusante	JMT		7,61	4,28	15,47
Jusante	JC	4,76	6,9	6,66	20,23

Localização	Siglas	Condutividade			
		jun/08	set/08	dez/08	abr/09
Montante	MIT	54,5	51,3	62,5	54
Montante	MJ	54,3	47,3	59,1	53,1
Montante	ML	56,4	50,9	63,2	56,3
Montante	M3	57	50,3	63,3	56,3
Montante	MP	53,2	59,1	32,7	57,4
Montante	MB	50,4	51,3	52,3	53,4
Montante	MR	55,6	54,5	62,9	56
Montante	C2	51,7	53,8	66,9	53,8
Montante	M1	53,2	53,6	62,8	54,3
Montante	MBB	67,3	54,2	59	54,6
Montante	C1	52,8	52,9	58,5	54,8
Jusante	JLT	54,8	55,6	63	54,4
Jusante	JT	54,8	55,6	63,1	54,4
Jusante	JNP	53,9	56,3	62,3	52,9
Jusante	JIT	53,6	55,6	62,1	54,5
Jusante	JMT	53,2	55	61,8	54,3
Jusante	JC	52,2	55,3	60,1	53,5

CLOROFILA a

A variação da clorofila a apresentou mínimo de 0,24 µg/L no mês de abril/2009 e máximo de 22,85 µg/L em dezembro/2008 no ponto M3. A Jusante foi observado um mínimo de 0,71 µg/L na JT em setembro/2008 e um máximo de 20,23 µg/L no ponto JC em abril/2009 (Figura 3).

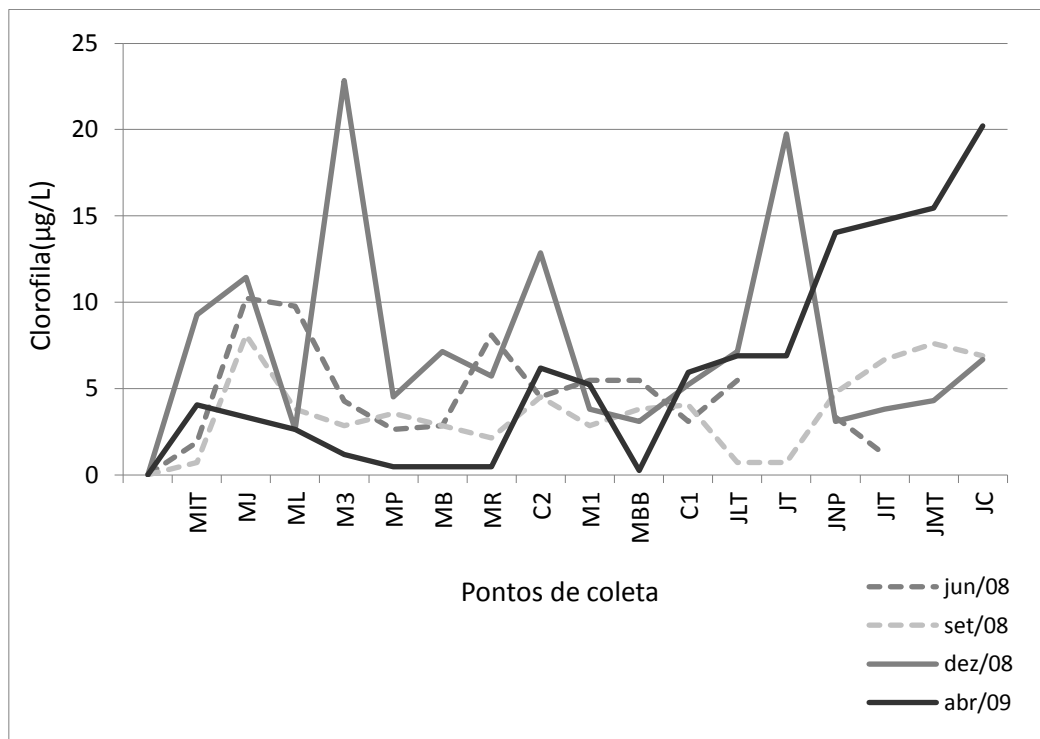


Figura 3. Variação espaço-temporal da clorofila a na área de influência da UHE de Tucuruí-Pará.

COMPOSIÇÃO DO MICROFITOPLÂNCTON

A comunidade microfitoplanctônica da área estudada apresentou um total de 165 táxons ou espécies que depois de identificadas foram organizadas taxonomicamente segundo a base de dados *Algaebase*.

As 165 espécies identificadas estão distribuídas em sete filos ou divisões sendo estes Bacillariophyta com 14% das espécies (23), Chlorophyta com 29% (48), Cyanobacteria 8% (13), Dinoflagellata 1% (2), Euglenozoa 7% (12), Heterokontophyta 1% (2) e Streptophyta com 39% da composição da comunidade (65).

A Figura 4 demonstra o comportamento da riqueza das divisões ao longo das 4 campanhas, onde a divisão Streptophyta alcançou o máximo de riqueza (31 táxons) em junho/2008, setembro/2008 e dezembro/2008; a divisão Chlorophyta apresentou seu maior índice (25 espécies) em dezembro/2008; a divisão Bacillariophyta apresentou 16 espécies e as Cyanobacteria em setembro/2008 apresentaram sua maior riqueza com 10 táxons identificados.

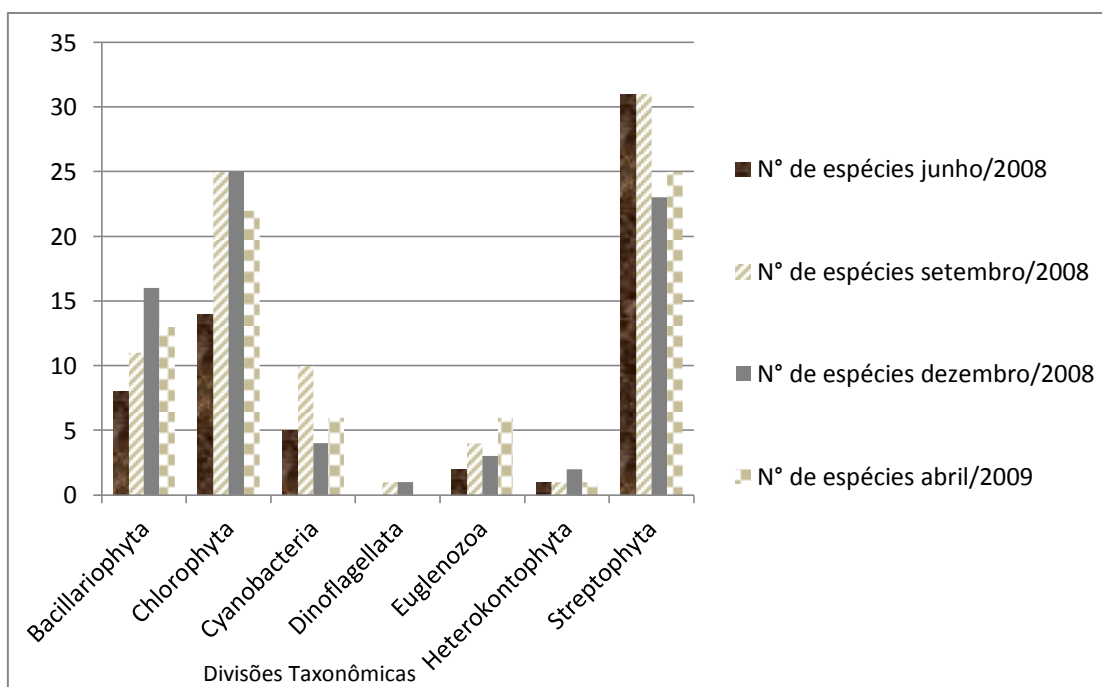


Figura 4. Composição do microfítoplâncton da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará nos quatro períodos de coleta.

Em relação aos ambientes, montante e jusante, foi observada maior riqueza na montante, ambiente que compreende o lago da represa assim como os núcleos urbanos localizados antes da barragem, com 153 espécies identificadas já a 28 jusante foram registrados 118 táxons. As divisões ocorreram de forma que as Streptophyta tiveram maior riqueza a montante com 93 espécies, seguidas pelas Chlorophyta com 74 táxons, já na jusante a situação inverteu-se com 68 espécies identificadas da divisão Chlorophyta e 61 da divisão Streptophyta (Figura 5).

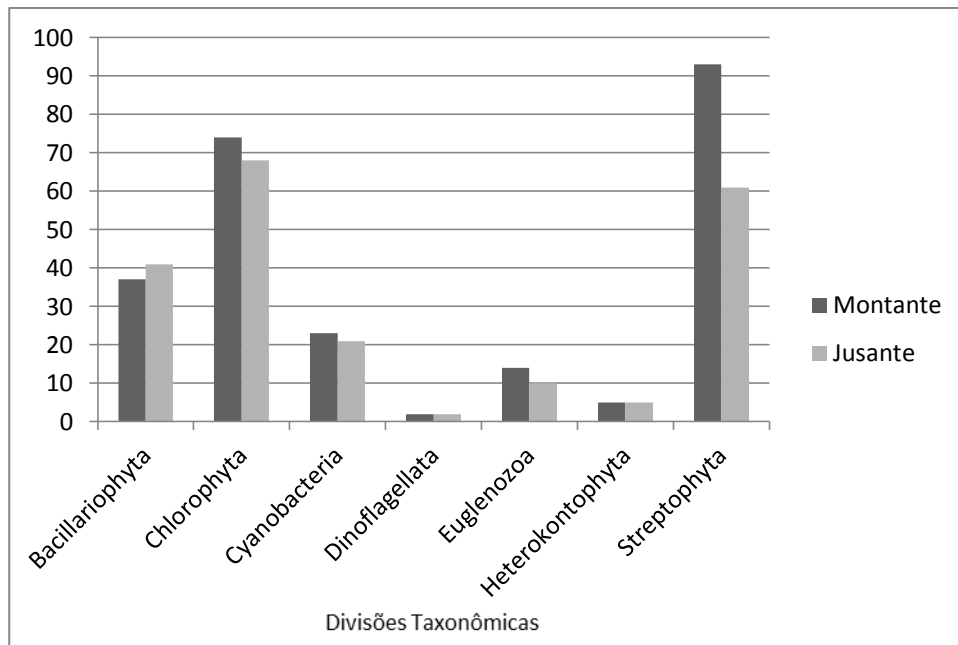


Figura 5. Distribuição das divisões taxonômicas a montante e a jusante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará.

A divisão Streptophyta esteve presente de forma constante na UHE de Tucuruí, sendo seu gênero *Staurastrum* o que apresentou maior riqueza (24 espécies) seguido por *Staurodesmus* (12 espécies) apresentados na Tabela 4 onde estão dispostas taxonomicamente a composição específica geral, sua distribuição ao longo dos meses de coleta, ambientes a montante e jusante e frequência de ocorrência de cada táxon.

Os táxons identificados ao longo das campanhas na UHE de Tucuruí apresentaram em sua maioria ocorrência Esporádica (82%), enquanto que apenas a espécie *Microcystis aeruginosa* (Cyanobacteria) foi Muito Frequente, ou seja, estava presente em mais de 80% das amostras coletadas, na categoria Frequente observaram-se 3 espécies sendo estas *Anabaena pertubata*, *Aulacoseira granulata* e *Oscillatoria limosa*.

Tabela 4. Composição específica da comunidade microfítotoplanctônica da UHE de Tucuruí-Pará.

			jun/08		set/08		dez/08		abr/09	
Composição específica	Frequência de ocorrência	Abundância relativa	M	J	M	J	M	J	M	J
<i>Acanthosphaera zachariasii</i> Lemmermann	PF	PA	x	x	x		x	x	x	x
<i>Actinotaenium wollei</i> (West & G. S. West) Teiling	ESP	R	x	x						
<i>Anabaena perturbata</i> H. Hill	F	D	x	x	x		x	x	x	x
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	ESP	R			x					
<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Hassal) Rabenhorst	PF	PA	x		x	x				
<i>Asterococcus limneticus</i> G. M. Smith	ESP	R					x			
<i>Asterococcus superbus</i> (Cienkowski) Scherffel	ESP	R					x			
<i>Attheya zachariasii</i> Brun	ESP	R					x			
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	F	D	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck	ESP	R					x	x	x	x
<i>Botryococcus braunii</i> Kutzing	ESP	R			x	x				
<i>Botryosphaera sudetica</i> (Lemmermann) Chodat	ESP	R			x	x				
<i>Chaetopeltis orbicularis</i> Berthold	ESP	R			x			x		x
<i>Coelastrum cambricum</i> W. Archer	PF	PA	x		x		x	x	x	x
<i>Coelastrum intermedium</i> (Bohlin) Korshikov	ESP	R			x	x			x	x
<i>Coelastrum microsporum</i> Naegeli	ESP	R					x	x	x	x
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle	PF	PA	x	x	x	x				
<i>Coelastrum reticulatum</i> (P. A. Dangeard) Senn	PF	PA					x	x	x	x
<i>Coenocystis subcylindrica</i> Korshikov	ESP	R	x							
<i>Cosmarium brasiliense</i> Nordstedt	ESP	R	x							
<i>Cosmarium commissurale</i> Brébisson ex Ralfs	ESP	R			x					
<i>Cosmarium decoratum</i> West & G.S.West	ESP	R			x	x				
<i>Cosmarium denticulatum</i> Borge	ESP	R				x				
<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) Lundell	PF	PA	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cosmarium horridum</i> Borge	ESP	R							x	x
<i>Cosmarium lagoense</i> Nordstedt	ESP	R	x	x	x					
<i>Cosmarium moniliforme</i> Ralfs	ESP	R	x	x						
<i>Cosmarium ornatum</i> Ralfs ex Ralfs	PF	PA	x	x					x	x
<i>Closterium diana</i> Ehrenberg ex Ralfs	ESP	R	x	x	x		x			

<i>Closterium cynthia</i> De Notaris	ESP	R			x					
<i>Closterium macilentum</i> Brébisson	PF	PA	x	x	x	x			x	
<i>Closterium pronum</i> Brébisson	ESP	R							x	
<i>Closterium subulatum</i> (Kützing) Brébisson	ESP	R			x	x				
<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenstein	ESP	R							x	
<i>Crucigenia mucronata</i> (G.M.Smith) J.Komárek	ESP	R							x	x
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	ESP	R							x	
<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordstedt	PF	PA	x	x	x	x	x		x	x
<i>Desmidium quadratum</i> Nordstedt	ESP	R			x	x				
<i>Dictyosphaerium ehrebeigianum</i>	ESP	R					x	x		
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood	PF	PA	x		x	x	x	x	x	x
<i>Dinobryon cylindricum</i> O.E.Imhof	PF	PA	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	ESP	R					x	x		
<i>Euastrum evolutum</i> (Nordstedt) West & G.S.West	ESP	R			x			x		x
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	PF	PA			x	x				
<i>Euglena acus</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	ESP	R						x		x
<i>Euglena caudata</i> Hübner	ESP	R							x	x
<i>Eunotia asterionelloides</i> F.Hustedt	PF	PA	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gloeocapsa livida</i> (Carmichael) Kützing	ESP	R			x	x				
<i>Gloeocystis bacillus</i> Teiling	ESP	R	x	x		x				
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (W.Archer) Rabenhorst	ESP	R			x					
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Brébisson ex Ralfs	ESP	R			x					
<i>Lepocinclis salina</i> F.E.Fritsch	ESP	R							x	x
<i>Lyngbya perelegans</i> Lemmermann	ESP	R			x					
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Kützing	ESP	R					x	x		
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh	ESP	R					x	x		
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	ESP	R				x	x	x	x	x
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	ESP	R				x				
<i>Micrasterias radiata</i> West & G.S.West	ESP	R				x		x		x
<i>Micrasterias radiata</i> var. <i>gracillima</i>	ESP	R			x					
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	MF	D	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Microcystis grevillii</i> f. <i>pulchra</i> (Keutzing) Elenkin	ESP	R	x	x						
<i>Microcystis protocystis</i> Crow	ESP	R			x	x				
<i>Mougeotia mesocarpiana</i>	ESP	R			x	x				
<i>Navicula</i> sp.	ESP	R		x		x				
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Kützing	ESP	R					x	x	x	X

<i>Nitzschia</i> sp.	ESP	R				x					
<i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenberg) W.Smith	ESP	R						x	x	x	X
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	ESP	R				x					
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh	F	D	x	x	x	x	x	x	x	x	X
<i>Pandorina elegans</i> (Ehrenberg) Dujardin	ESP	R	x					x	x	x	X
<i>Pediastrum clathratum</i> (Schröder) Lemmermann	PF	PA	x	x	x	x	x	x	x	x	X
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	PF	PA	x	x		x	x	x	x	x	X
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen	ESP	R				x	x				
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	ESP	R				x	x				
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	ESP	R						x		x	
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	ESP	R						x	x		
<i>Peridinium volzii</i> Lemmermann	ESP	R				x	x				
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	ESP	R								x	X
<i>Phacus mammillatus</i> Philipose	ESP	R						x		x	
<i>Phacus pleuronectes</i> (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	ESP	R								x	
<i>Pinnularia stauroptera</i> (Grunow) Rabenhorst	ESP	R						x			X
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queckett) W.Smith	ESP	R							x	x	
<i>Pleurotaenium tridentulum</i> (Wolle) W.West var. <i>tenuissimum</i> Gronbl. & Croasd	ESP	R					x				
<i>Polymyxus coronalis</i> L.W.Bailey	ESP	R					x		x		X
<i>Pseudoanabaena crassa</i> Vozzhenn.	ESP	R								x	
<i>Radiococcus nimbatu</i> s (De Wildeman) Schmidle	ESP	R								x	X
<i>Rhizosolenia eriensis</i> H.L.Smith	ESP	R						x	x		
<i>Rhizosolenia hebetata</i> J.W.Bailey	PF	PA	x	x	x	x	x	x	x	x	X
<i>Rhizosolenia longiseta</i> O.Zacharias	PF	PA	x	x	x	x				x	X
<i>Saturnellia saturna</i> (Steineske) Fott	ESP	R						x			
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch	ESP	R							x		
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann	ESP	R						x		x	
<i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerheim	ESP	R	x	x							
<i>Scenedesmus flexuosus</i> (Lemmermann) Ahlstrom	ESP	R				x					
<i>Scenedesmus javanensis</i> R. Chodat	ESP	R			x						
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	ESP	R						x	x	x	X
<i>Scenedesmus</i> sp.	ESP	R						x	x	x	X

<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	ESP	R						x	x		
<i>Synedra acus</i> Kützing	ESP	R	x	x							
<i>Sphaerocystis</i> sp.	ESP	R	x	x							
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	PF	PA	x	x	x	x	x	x	x	x	X
<i>Sphaeroszma laeve</i> (Nordstedt) Thomasson	ESP	R						x	x		
<i>Sphaeroszma wallichii</i> J.Jacobsen	ESP	R	x	x							
<i>Spirogyra</i> sp.	ESP	R					x				
<i>Spondylosium desmidiiforme</i> (Borge) West e West	ESP	R	x								
<i>Spondylosium panduriforme</i> (Heimerl) Teiling	ESP	R	x	x							
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) West & G.S.West	ESP	R						x			
<i>Staurastrum boergesenii</i> Raciborski	ESP	R	x	x							
<i>Staurastrum brebissonii</i> W.Archer	PF	PA						x	x	x	x
<i>Staurastrum columbetoides</i> West & G.S.West	PF	PA				x	x	x	x	x	x
<i>Staurastrum coronulatum</i> F.Wolle	ESP	R				x					
<i>Staurastrum elegantissimum</i> Johnson	ESP	R	x	x	x	x				x	x
<i>Staurastrum hirsutum</i> Ehrenberg ex Ralfs	ESP	R						x		x	
<i>Staurastrum hystrix</i> Ralfs	ESP	R					x				
<i>Staurastrum leptacanthum</i> Nordstedt	ESP	R						x		x	
<i>Staurastrum leptocladum</i> L.N.Johnson	PF	PA	x	x				x		x	x
<i>Staurastrum longipes</i> (Nordstedt) Teiling	ESP	R						x			
<i>Staurastrum minnesotense</i> F.Wolle	ESP	R								x	
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen ex Ralfs	ESP	R								x	
<i>Staurastrum pinnatum</i> W.B.Turner	ESP	R	x								
<i>Staurastrum quadrangulare</i> Brébisson	ESP	R	x			x					
<i>Staurastrum quadrinotatum</i> R.L.Grönblad	ESP	R						x		x	
<i>Staurastrum radians</i> West & G.S.West	ESP	R	x	x							
<i>Staurastrum royii</i> W.B.Turner	ESP	R	x							x	x
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt	PF	PA	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Staurastrum sebalidii</i> Reinsch	PF	PA	x	x	x	x	x				
<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve	ESP	R					x				
<i>Staurastrum trifidum</i> C.F.O.Nordstedt	ESP	R	x								
<i>Staurastrum ungeri</i> Reinsch	ESP	R						x	x		
<i>Staurastrum urinator</i>	ESP	R	x	x							

<i>Staurastrum urinator</i> var. <i>ornatum</i> J.A. Rino	PF	PA			x					
<i>Staurodesmus clepsydra</i> (Nordstedt) Teiling	ESP	R			x					
<i>Staurodesmus convergens</i> (Ehrenberg ex Ralfs) S.Lillieroth	ESP	R	x		x	x				
<i>Staurodesmus curvatus</i> (West) Thomasson	ESP	R					x			
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling	ESP	R	x	x						
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Brébisson) Teiling	ESP	R							x	
<i>Staurodesmus dickiei</i> (Ralfs) S.Lillieroth	ESP	R				x	x	x		
<i>Staurodesmus lobatus</i> (Börjes.) Bourr	ESP	R			x	x				
<i>Staurodesmus mamillatus</i> (Nordstedt) Teiling	ESP	R	x							
<i>Staurodesmus pseudoarthrodesmus</i> (Gronb.) Teiling	ESP	R					x		x	x
<i>Staurodesmus triangularis</i> (Lagerheim) Teiling	ESP	R					x	x		
<i>Staurodesmus subulatus</i> (Kütz.) Thomasson	ESP	R							x	
<i>Staurodesmus validus</i> (West & G.S.West) Thomasson	PF	PA	x	x	x	x	x		x	
<i>Surirella elegans</i> Ehrenberg	ESP	R			x	x				
<i>Surirella linearis</i> W.Smith	ESP	R	x			x	x	x		
<i>Surirella guatimalensis</i> Ehrenberg	ESP	R			x	x				
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	ESP	R						x		x
<i>Tetraedron incus</i> (Teiling) G.M.Smith	ESP	R							x	
<i>Tetraedron limneticum</i> Borge	ESP	R					x	x		
<i>Tetraedron lobatum</i> (Naeg.) Hansg.	ESP	R				x		x		x
<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vaucher) Desvaux	PF	PA	x	x	x	x	x	x		
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	ESP	R	x	x	x	x	x	x		
<i>Trachelomonas australica</i> (Playfair) Deflandre	ESP	R			x					
<i>Trachelomonas caudata</i> (Ehrenberg) Stein	ESP	R	x	x						
<i>Trachelomonas dastuguei</i> Balech	ESP	R	x	x						
<i>Trachelomonas megalacantha</i> Da Cunha	ESP	R			x					
<i>Trachelomonas raciborskii</i> Woloszynska	ESP	R			x	x	x	x	x	
<i>Trachelomonas scabra</i> Playfair	ESP	R			x	x				
<i>Treubaria crassispina</i> G.M.Smith	ESP	R					x	x		
<i>Treubaria triapendiculata</i> Bernard	ESP	R		x	x	x	x	x		
<i>Treubaria varia</i> Ahlstr. & Tiffany	ESP	R			x	x				
<i>Volvox aureus</i> Ehrenberg	ESP	R	x	x						

<i>Volvox carteri</i> F.Stein	ESP	R				x	x	x		
<i>Xanthidium armatum</i> Brébisson ex Ralfs	ESP	R	x	x						
<i>Xanthidium mamillosum</i> (Grönb.) Förster	ESP	R	x	x						
Número de espécies										
165			58	47	66	59	65	54	59	47

ANALISES ESTATÍSTICAS

CORRELAÇÃO DE PEARSON

MONTANTE

No Quadro 1 estão os resultados da correlação dos parâmetros físico-químicos e biológico à montante da UHE de Tucuruí-Pará, os dados revelaram que com relação ao ambiente à montante a variável temperatura da água apresentou relação de significância com a turbidez (0,031), oxigênio (0,043) e clorofila a (0,014) sendo que esta demonstrou relação significativa com a condutividade elétrica (0,037) a qual foi a única variável que apresentou correlação forte com outro parâmetro que no caso foi a turbidez (0,001) onde esta teve relação altamente significativa com os sólidos totais em suspensão.

Quadro 1. Matriz de Correlações das variáveis físico-químicas e biológica à montante da UHE de Tucuruí-Pará. (**Temperatura: Temperatura da água; STS: Sólidos Totais em Suspensão; OD: Oxigênio Dissolvido; Cloro: Clorofila a).**

Variáveis	temper	ph	sts	turbidez	od	cloro	condutiv	
temperatura	Correlação de Pearson	1,000	-0,220	-0,207	-0,326	0,307	0,367	0,043
	p valor	.	0,151	0,177	0,031	0,043	0,014	0,783
	N	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
ph	Correlação de Pearson	-0,220	1,000	-0,029	0,077	-0,039	-0,073	0,032
	p valor	0,151	.	0,854	0,619	0,801	0,639	0,838
	N	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
sts	Correlação de Pearson	-0,207	-0,029	1,000	0,693	-0,044	-0,008	-0,301
	p valor	0,177	0,854	.	0,000	0,775	0,958	0,047
	N	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
turbidez	Correlação de Pearson	-0,326	0,077	0,693	1,000	0,063	-0,173	0,001
	p valor	0,031	0,619	0,000	.	0,685	0,261	0,996
	N	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
od	Correlação de Pearson	0,307	-0,039	-0,044	0,063	1,000	-0,068	0,004
	p valor	0,043	0,801	0,775	0,685	.	0,663	0,978
	N	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
cloro	Correlação de Pearson	0,367	-0,073	-0,008	-0,173	-0,068	1,000	0,316
	p valor	0,014	0,639	0,958	0,261	0,663	.	0,037
	N	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000
condutividade	Correlação de Pearson	0,043	0,032	-0,301	0,001	0,004	0,316	1,000
	p valor	0,783	0,838	0,047	0,996	0,978	0,037	.
	N	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000

JUSANTE

Na jusante da UHE de Tucuruí-Pará também foram analisados os parâmetros de acordo com Pearson e os resultados estão apresentados no Quadro 2 que demonstra a relação significativa entre a temperatura da água e a condutividade (0,004), assim como a relação de significância dos STS com clorofila *a* (0,027), a clorofila por sua vez teve relação altamente significativa com a turbidez (0,002) e oxigênio (0,001).

Quadro 2. Matriz de Correlações das variáveis físico-químicas e biológica à Jusante da UHE de Tucuruí-Pará. (Temperatura da água; STS: Sólidos Totais em Suspensão; OD: Oxigênio Dissolvido; Cloro: Clorofila *a*).

Variáveis		temper	ph	sts	turbidez	od	cloro	condutiv
temperatura	Correlação de Pearson	1,000	-0,268	0,255	0,144	0,252	0,382	0,571
	p valor	.	0,205	0,229	0,501	0,234	0,079	0,004
	N	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	22,000	24,000
ph	Correlação de Pearson	-0,268	1,000	0,026	-0,234	0,008	-0,224	0,186
	p valor	0,205	.	0,905	0,271	0,970	0,316	0,383
	N	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	22,000	24,000
sts	Correlação de Pearson	0,255	0,026	1,000	0,251	0,357	0,471	0,184
	p valor	0,229	0,905	.	0,238	0,087	0,027	0,389
	N	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	22,000	24,000
turbidez	Correlação de Pearson	0,144	-0,234	0,251	1,000	0,338	0,615	-0,385
	p valor	0,501	0,271	0,238	.	0,106	0,002	0,063
	N	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	22,000	24,000
od	Correlação de Pearson	0,252	0,008	0,357	0,338	1,000	0,677	-0,060
	p valor	0,234	0,970	0,087	0,106	.	0,001	0,782
	N	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	22,000	24,000
cloro	Correlação de Pearson	0,382	-0,224	0,471	0,615	0,677	1,000	-0,048
	p valor	0,079	0,316	0,027	0,002	0,001	.	0,834
	N	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000
condutividade	Correlação de Pearson	0,571	0,186	0,184	-0,385	-0,060	-0,048	1,000
	p valor	0,004	0,383	0,389	0,063	0,782	0,834	.
	N	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	22,000	24,000

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Foram realizadas Análises de Variância para todas as variáveis físico-químicas da UHE de Tucuruí com o intuito de verificar as suas variâncias entre diversos critérios, ou seja, o comportamento das amostras com relação aos ambientes, aos meses de coleta (campanha) e também na relação entre estes, a Tabela 5 mostra o resultado da ANOVA da temperatura da água.

Tabela 5. Análise de Variância da temperatura da água na UHE de Tucuruí-Pará

Fontes de Variação	GL	SQ	SQA	QMA	F	P
Local	1	5.7041	5.7041	5.7041	7.29	0.009
Campanha	3	8.8416	7.1137	2.3712	3.03	0.036
Local*Campanha	3	7.1501	7.1501	2.3834	3.05	0.036
Error	60	46.9564	46.9564	0.7826	-	-
Total	67	68.6522	-	-	-	-

(Local: Montante/Jusante; Campanha: jun/08, set/08, dez/08 e abr/09).

Observou-se que em relação ao Local (Montante e Jusante) existe diferença altamente significativa ($p < 0,01$), em relação à campanha foi significativo e em relação a interação entre ambos também foi significativo, ou seja, as médias de temperatura não são iguais.

Para o potencial hidrogeniônico os resultados da ANOVA revelaram que para o local (0,004), campanha (0,000) e interação local-campanha (0,007) há diferença estatística significativa, pois seus p valores foram menor do crítico determinado (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de Variância do pH da água na UHE de Tucuruí-Pará.

Fontes de Variação	GL	SQ	SQA	QMA	F	P
Local	1	0.65480	0.65480	0.65480	8.80	0.004
Campanha	3	3.06822	2.00704	0.66901	8.99	0.000
Local*Campanha	3	0.97933	0.97933	0.32644	4.39	0.007
Error	60	4.46340	4.46340	0.07439	-	-
Total	67	9.16575	-	-	-	-

(Local: Montante/Jusante; Campanha: jun/08, set/08, dez/08 e abr/09).

Os sólidos totais apresentaram apenas diferença entre as campanhas de coleta com valor de p (0,047) inferior ao crítico admitido (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de Variância dos sólidos totais em suspensão na UHE de Tucuruí-Pará.

Fontes de Variação	GL	SQ	SQA	QMA	F	P
Local	1	34.41	34.41	34.41	0.71	0.402
Campanha	3	583.40	408.24	136.08	2.82	0.047
Local*Campanha	3	146.27	146.27	48.76	1.01	0.395
Error	60	2896.98	2896.98	48.28	-	-
Total	67	3661.06	-	-	-	-

(Local: Montante/Jusante; Campanha: jun/08, set/08, dez/08 e abr/09).

Os resultados da ANOVA para turbidez tiveram semelhanças com os do STS, pois apenas para a variável campanha ocorreu diferença significativa ($p = 0,002$) mostrando que entre as campanhas a turbidez apresentou a distribuição das variâncias de suas médias distintas (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de Variância da turbidez na UHE de Tucuruí-Pará.

Fontes de Variação	GL	SQ	SQA	QMA	F	P
Local	1	8.61	8.61	8.61	0.37	0.546
Campanha	3	478.02	394.66	131.55	5.64	0.002
Local*Campanha	3	141.99	141.99	47.33	2.03	0.119
Error	60	1398.97	1398.97	23.32	-	-
Total	67	2027.60	-	-	-	-

(Local: Montante/Jusante; Campanha: jun/08, set/08, dez/08 e abr/09).

O oxigênio não apresentou nenhuma diferença significativa entre as fontes de variação (Tabela 9).

Tabela 9. Análise de Variância do oxigênio dissolvido na UHE de Tucuruí-Pará.

Fontes de Variação	GL	SQ	SQA	QMA	F	P
Local	1	3.0939	3.0939	3.0939	3.54	0.065
Campanha	3	0.5523	0.5922	0.1974	0.23	0.878
Local*Campanha	3	5.5505	5.5505	1.8502	2.12	0.107
Error	60	52.3952	52.3952	0.8733	-	-
Total	67	61.5919	-	-	-	-

(Local: Montante/Jusante; Campanha: jun/08, set/08, dez/08 e abr/09).

A condutividade elétrica observada na UHE de Tucuruí, de acordo com os resultados da ANOVA, teve comportamento entre as campanhas com diferenças altamente significativas com p igual a 0,000 (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de Variância da condutividade elétrica na UHE de Tucuruí-Pará.

Fontes de Variação	GL	SQ	SQA	QMA	F	P
Local	1	17.28	17.28	17.28	0.86	0.356
Campanha	3	386.81	411.44	137.15	6.86	0.000
Local*Campanha	3	76.36	76.36	25.45	1.27	0.292
Error	60	1199.62	1199.62	19.99	-	-
Total	67	1680.08	-	-	-	-

(Local: Montante/Jusante; Campanha: jun/08, set/08, dez/08 e abr/09).

A clorofila *a* apresentou variância significativa em relação a todas as fontes de variação analisadas, o qual verificou a diferença estatística dos valores de clorofila entre montante e jusante (0,034), entre as quatro campanhas de coleta (0,012) e entre os ambientes e as campanhas (0,000), cujo valor é altamente representativo (Tabela 11).

Tabela 11. Análise de Variância da clorofila *a* da UHE de Tucuruí- Pará.

Fontes de Variação	GL	SQ	SQA	QMA	F	P
Local	1	98.42	74.18	74.18	4.70	0.034
Campanha	3	144.16	187.12	62.37	3.95	0.012
Local*Campanha	3	331.72	331.72	110.57	7.00	0.000
Error	58	915.75	915.75	15.79	-	-
Total	65	1490.05	-	-	-	-

(Local: Montante/Jusante; Campanha: jun/08, set/08, dez/08 e abr/09).

Para analisar a diferença estatística entre os ambientes, montante e jusante, foi calculada a ANOVA a partir dos dados de composição específica do microfitoplâncton, o resultado do teste revelou o *p* menor do que o valor crítico de 0,05 rejeitando-se a hipótese de que os ambientes têm composições iguais (Tabela 12).

Tabela 12. ANOVA 1 Critério da composição da comunidade microfitoplanctônica da UHE de Tucuruí-Pará.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Tratamentos (Montante/Jusante)	1	0.336	0.336
F =	27.2148		
(p) =	< 0.0001		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (Montante/Jusante) =	0.0639	7.3778	< 0.01

Para a verificação do período de coleta onde houve diferença estatística na composição específica entre a montante e jusante foi realizado o teste anterior durante as campanhas, os resultados revelaram que apenas na 1°

campanha (junho/2008) a composição específica foi desigual entre os ambientes da UHE de Tucuruí-Pará ($p < 0.01$) (Tabela 13).

Tabela 13. Análise de Variância 1 Critério da composição específica do microfitoplâncton entre os ambientes a montante e jusante durante as quatro campanhas na UHE de Tucuruí-Pará. (**Mont.=Montante; Jus.=Jusante; Jun.=Junho; Set.=Setembro; Dez.=Dezembro**).

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM
Mont.-Jus. Jun/08	1	0.229	0.229
F =	17.3995		
(p) =	0.0011		
Tukey:	Diferença	Q	(p)
Médias (Montante/Jusante) =	0.2427	5.8990	< 0.01
Mont.-Jus. Set/08			
F =	0.1190		
(p) =	0.7339		
Mont.-Jus. Dez/08			
F =	0.3899		
(p) =	0.5479		
Mont.-Jus. Abr/09			
F =	0.4481		
(p) =	0.5196		

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Trata-se de um teste interpretativo devendo ser dado maior ênfase aqueles componentes que descreverem cerca de 80% ou mais da variação e no trabalho, observou-se que os 3 primeiros componentes (temperatura, pH e Sólidos Totais em Suspensão) representaram cerca de 63% da variabilidade total, constituindo os componentes principais deste estudo (Quadro 3 e Figura 6).

Quadro 3. Resultados dos Autovalores, Proporção e Proporção Acumulada da Análise de Componentes Principais das variáveis limnológicas da UHE de Tucuruí-Pará. (STS: Sólidos Totais em Suspensão).

Componentes	Autovalores	% Total	Cumulative	% Cumulative
Temperatura	1,827396	26,10566	1,827396	26,1057
pH	1,526042	21,80060	3,353438	47,9063
STS	1,085667	15,50953	4,439106	63,4158
Turbidez	1,042891	14,89845	5,481997	78,3142
Oxigênio Dissolvido	0,660162	9,43089	6,142159	87,7451
Condutividade	0,558343	7,97632	6,700502	95,7215
Clorofila a	-0,573117	-0,49048	-0,433955	1,4975

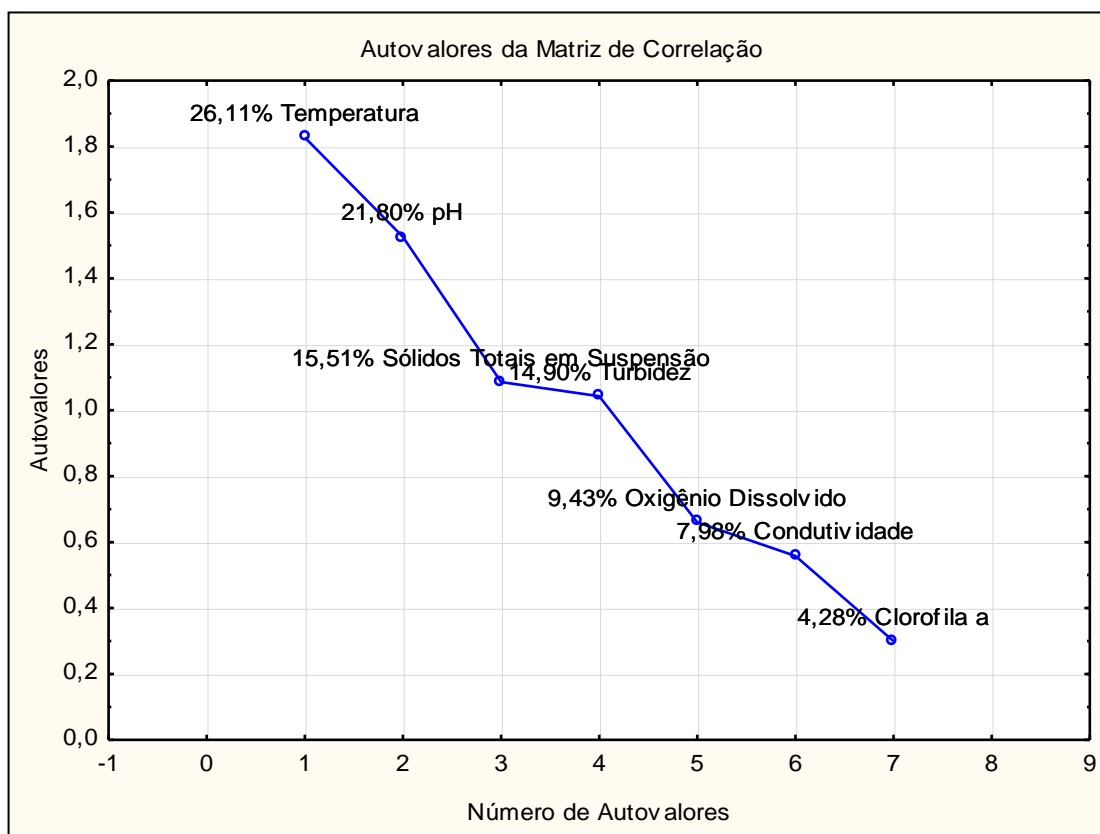


Figura 6: Representação gráfica das variáveis limnológicas da UHE de Tucuruí-Pará com suas porcentagens de autovalores.

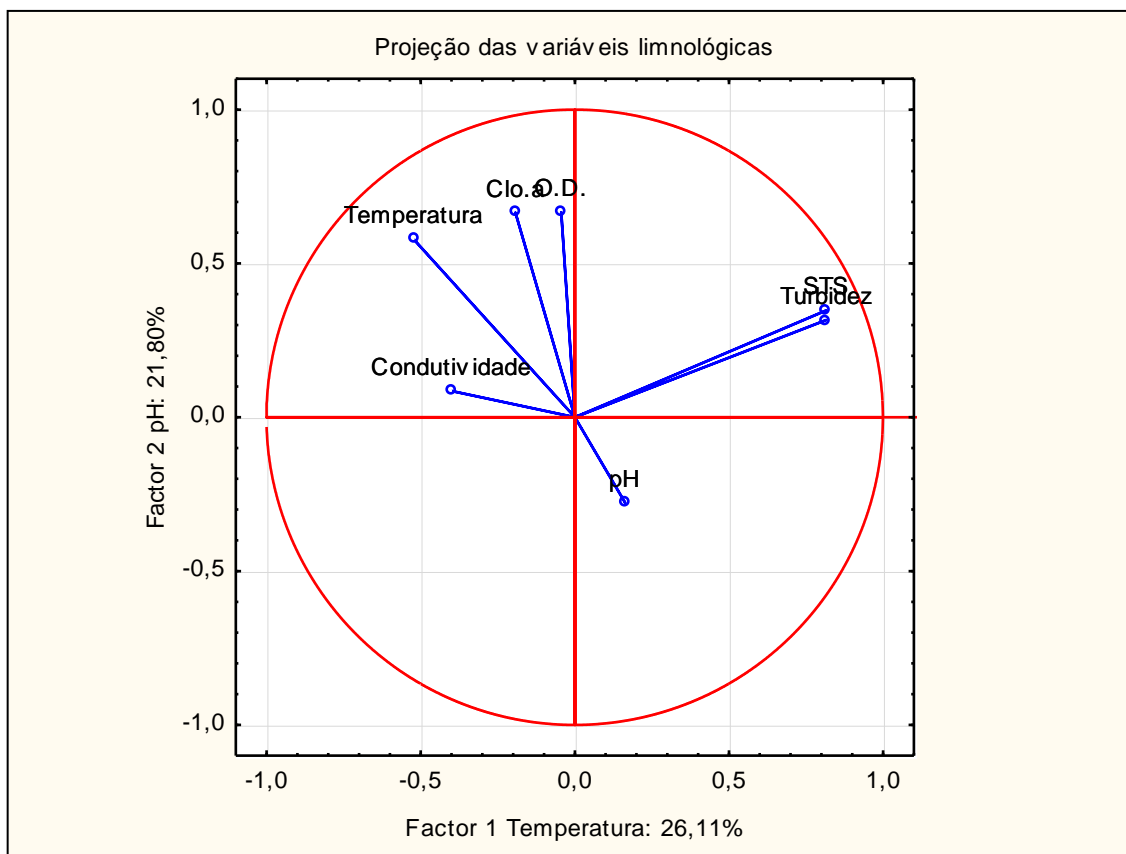


Figura 7. Representação gráfica dos componentes principais da UHE de Tucuruí-Pará.

ANÁLISE DE CLUSTER

Com o objetivo de agrupar indivíduos em conglomerados ou Cluster's foram testados os parâmetros ambientais observados a fim de visualizar a influencia e interação destes entre si, onde se pode verificar que o pH apresentou similitude com OD, os STS apresentaram similitude com a turbidez, já a condutividade e temperatura estão separadas das demais variáveis (Figura 8).

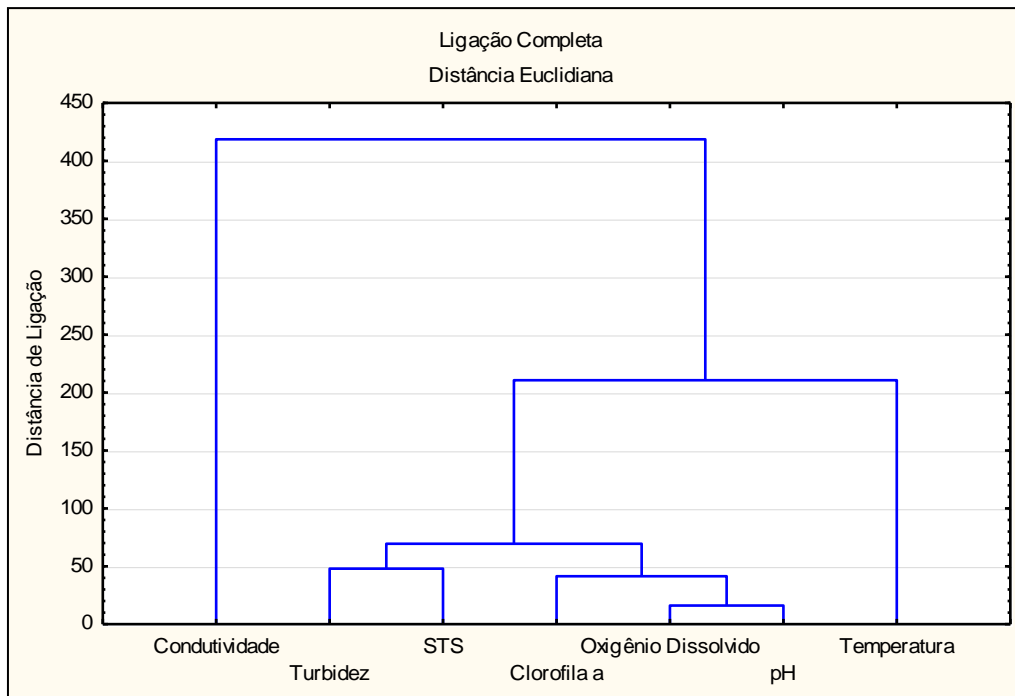


Figura 8. Dendrograma da análise de cluster das variáveis limnológicas da UHE de Tucuruí-Pará.

DISCUSSÃO

Observações e estudos sobre a qualidade da água em reservatórios são ferramentas importantes para a compreensão destes ambientes, uma vez que são um ecossistema em permanente perturbação e descontinuidade vertical e horizontal (Tundisi, 2007). Bicudo *et al.* (2007) acrescentam que a qualidade da água reflete as atividades humanas no ar, no solo e na água da drenagem e as informações que ocorrem no ambiente artificial interferem nos processos de organização das comunidades planctônicas, perifíticas e de peixes.

Para Tundisi (2007) as principais fontes que estabelecem as condições de contorno no funcionamento do reservatório e, cujas medidas são essenciais, são as características climatológicas da região, o ciclo hidrológico, o tempo de residência da água e o posicionamento do reservatório.

Desta forma, o presente estudo buscou verificar as condições de contorno que poderiam estar exercendo influência sobre a comunidade microfitoplanctônica da UHE de Tucuruí e com relação ao fator pluviosidade observou-se que sua influencia para a comunidade é secundária, pois

concomitantemente ao período de maior precipitação houve a maior vazão do rio Tocantins que conjuntamente favoreceram o carreamento de matéria orgânica e ressuspensão da água, elementos que podem explicar a elevada concentração da biomassa do ambiente neste período.

No entanto, os resultados de clorofila mostraram que a concentração mínima também ocorreu quando a pluviosidade alcançou seu máximo, logo este fator influencia parcialmente a biomassa da comunidade, indicando que há outros fatores correlacionados e que de acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), estes outros fatores podem ser a vazão, o tipo de relevo do vale, a temperatura das águas afluentes, insolação, turbidez, luminosidade e química da água, uma vez que os autores afirmam que estas variáveis limitam a comunidade biológica em represas artificiais.

Henry (2007) afirma que a biomassa do fitoplâncton em lagos naturais é diretamente influenciada pela disponibilidade de nutrientes e da radiação subaquática, enquanto que nos ambientes artificiais como os reservatórios, considera-se a vazão e perda de material biológico pelas turbinas e vertedouros como fatores limitantes da biomassa, conclusão que pode explicar a dinâmica dos padrões observados para clorofila, pois no período de maior vazão do rio Tocantins e maior índice pluviométrico (abril/2009), ocorreram descargas a jusante da usina limitando assim o material biológico a montante.

De acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008) a biomassa fitoplanctônica e a composição específica nos reservatórios são diretamente limitados pelas inter-relações dos fatores físico-químicos (temperatura/circulação), fatores químicos (concentração de nutrientes e íons na água) e biológicos (interação das espécies/predação/parasitismo).

O reservatório de Tucuruí apresenta regiões compartimentalizadas onde existem características limnológicas próprias observadas por Espíndola *et al.* (2000), os quais realizaram um dos poucos trabalhos com comunidades planctônicas da região da UHE de Tucuruí, onde traçaram áreas na porção do corpo da barragem, a qual definiu-se como Ararão, uma área mais fechada e

próxima a barragem identificada como Araçagi e Caraipé porção que abriga várias ilhas não desmatada.

A temperatura da água apresentou seu mínimo em abril de 2009 no ponto de coleta M3, possivelmente devido ser o mês de maior precipitação na região segundo dados do INMET (2009), juntamente com este fator a localização da estação M3 é na calha central do reservatório onde a concentração de material em suspensão é alta devido o carreamento de sedimento pelo rio Tocantins diminuindo a passagem de radiação solar e da temperatura da água, e em abril/2009 também ocorreu o maior valor de pH na MB, ponto localizado na área identificada como Ararão, a qual foi observada maior circulação de água em comparação com as outras regiões (Araçagi e Caraipé), o que favorece a oxigenação e elevação do pH à condições de alcalinidade do ambiente.

O menor valor de pH e maior concentração de sólidos totais ocorreram respectivamente na estação C2 e C1 (montante), podendo ser compreendido através do estudo de Espíndola *et al.* (2000) que caracteriza esta área como uma região do reservatório formada por ilhas, cujo tempo de retenção de água é alto facilitando a sedimentação do material em suspensão e a concentração de oxigênio dissolvido é baixa alterando o pH, a precipitação também influenciou os sólidos totais que em dezembro/2008 (maior precipitação do ano de 2008) ocorreu seu máximo valor, portanto possivelmente de acordo com Paiva & Melo (2003) a chuva fez com que houvesse ressuspensão e transporte de material particulado aumentando os sólidos em suspensão.

O oxigênio dissolvido apresentou valores baixos na estação JNP, ocorrendo durante o período de menor pluviosidade, fator que normalmente favoreceria maiores concentrações de oxigênio devido à diminuição da turbidez, no entanto, esta estação de coleta localiza-se próximo a uma região urbana e segundo Paiva *et al.* (2004) no estado do Pará a maioria das cidades localizam-se às margens do curso d'água e mais de 98% da população não dispõe de sistema de coleta de esgoto, logo a estação JNP sofre o prejuízo do lançamento dos efluentes domésticos "*in natura*" nos rios e igarapés tornando a água de baixa qualidade.

As estações de coleta localizadas na região da calha central do reservatório são M1, M3, MP, MBL e JT (Paiva & Melo, 2003) e possuem em comum a grande quantidade de sólidos em suspensão por ocasião da entrada deste material pelo rio Tocantins, este material se distribui de maneira gradativa decrescendo em direção à barragem. No trabalho Paiva & Melo (2003) foi verificado que a MP apresentou valores elevados de densidade fitoplanctônica informação que pode esclarecer a alta concentração de oxigênio observado em setembro/2008 no mesmo ponto no presente estudo, uma vez que a principal fonte do oxigênio dissolvido na água é pela atividade de produção de matéria orgânica pela comunidade fitoplanctônica, processo mais importante dos ecossistemas aquáticos (Calijuri *et al.*, 2007).

A maior concentração de clorofila *a* ocorreu no ponto M3, ambiente definido por Espíndola *et al.* (2000) como de maior fluxo de água localizada na calha central do reservatório, local onde no trabalho de Paiva & Melo (2003) registrou-se elevada densidade microfitoplanctônica, já o menor valor de biomassa na UHE de Tucuruí ocorreu no ponto MBB, localizada na região mais próxima à barragem definida pelos mesmos autores como Araçagi onde foram verificadas concentrações elevadas de oxigênio o que não ocorreu nos resultados observados durante esta pesquisa, podendo-se concluir que as variações de clorofila também sofreram influencia possivelmente das condições físicas e químicas do ambiente, pois de acordo com o teste de componentes principais a temperatura e pH foram os elementos que mais influenciaram a variabilidade do ambiente da UHE de Tucuruí.

Segundo Calijuri *et al.* (2007) o microfitoplâncton apresenta importância significativa na biomassa de diversos reservatórios já estudados e os resultados observados para clorofila *a* na UHE de Tucuruí ainda devem ter sofrido influencia do grau de trofia do ambiente, ou seja, pode estar ligado à herbivoria ou *grazing*, outro fator correlato é a sazonalidade que de acordo com Giane & Figueiredo (2007) a sazonalidade das comunidades fitoplanctônicas tem como principais controladores a temperatura e disponibilidade de nutrientes.

A concentração da clorofila sofreu diferença significativa entre a montante e jusante, entre os meses de coleta e na relação dos ambientes e meses, sendo que no ambiente a montante observou-se que houve correlação direta e significativa da clorofila com a temperatura e condutividade elétrica, comportamento similar ao que ocorre em ambiente natural como concluído por Henry (2007), para a jusante houve correlação de forma direta e significativa da clorofila com os sólidos em suspensão, turbidez e concentração de oxigênio dissolvido, a qual apresentou padrões de similaridade com a turbidez de acordo com a análise de agrupamento.

Segundo Marques (2006) na Amazonia Legal o inventario taxônomico sobre a diversidade de algas ainda é incipiente contrapondo-se a enorme diversidade e ao número elevado de ecossistemas aquáticos representados na região. O relatório realizado por Paiva & Melo na UHE de Tucuruí no ano de 2003 é um dos poucos que oferecem suporte para comparar os resultados obtidos em relação à comunidade microfitoplanctônica, pois são poucos trabalhos realizados sistematicamente com o objetivo de acompanhamento dos processos ecológicos que ocorrem durante o estabelecimento de reservatórios (Esteves, 1998), um trabalho importante e pioneiro realizado ao longo de 26 anos de pesquisa foi o de Tundisi & Matsumura-Tundisi em 1995 na represa do Lobo ou Broa no estado de São Paulo, o qual gerou instrumentos teóricos e práticos importantes e aplicações em diversos sistemas.

Com relação aos resultados obtidos nesta pesquisa observou-se riqueza inferior ao de Paiva & Melo (2003), sendo identificadas 165 espécies neste estudo enquanto foram identificados 236 em 2003, ocorrendo uma diminuição principalmente das espécies de frequência esporádica, as quais respondem de forma menos eficiente às variações rápidas do ambiente, como observado por Espíndola *et al.* (2000) onde foram verificados valores baixos de densidade de zooplâncton e clorofila *a*, inferindo sobre a adaptação e desenvolvimento de poucas espécies com ciclo reprodutivo acelerado.

Outro fator importante ainda é analisar este resultado como consequência do nível de estabilização do reservatório, pois durante o estágio de “evolução” de represas há um aumento na diversidade e biomassa devido a

disponibilidade e oferta de nutrientes à população (Tundisi, 2007) em contrapartida a diversidade tende a diminuir ao longo do processo de estabilização dos reservatórios (Esteves, 1998), estágio em que encontra-se a UHE de Tucuruí uma vez que possui apenas mais de 20 anos de construção.

A divisão Chlorophyta apresentou a maior riqueza em ambos os trabalhos, no de Paiva & Melo (2003) e neste estudo, levando em consideração que a divisão Streptophyta abrange os táxons pertencentes anteriormente às Chlorophyta, sendo representada nos resultados observados principalmente pela família Desmidiaceae. A dominância das Chlorophyta ocorre principalmente segundo Bicudo *et al.* (2007) por seu caráter pantropical e com isto são encontradas geralmente em todos os corpos de água doce.

Ao longo das campanhas de coleta a riqueza das Chlorophyta e Streptophyta permaneceu elevado, com influencia a partir da 3ª campanha, período chuvoso na região, das divisões Bacillariophyta, Dinoflagellata, Euglenozoa e Heterokontophyta possivelmente por ocasião da influência da vazão do rio Tocantins que no mês de dezembro se intensifica e transporta nova riqueza para o ambiente.

Os gêneros com maior riqueza foram *Staurastrum* (24 espécies) e *Staurodesmus* (12 espécies) sendo a espécie *Microcystis aeruginosa* Muito Frequente e Dominante na UHE de Tucuruí, outras cianobactérias também ocorreram de forma Frequente e Dominante no reservatório como *Anabaena pertubata* e *Oscillatoria limosa*, entre as Bacillariophyta *Aulacoseira granulata* também ocorreu de forma Frequente e Dominante na barragem, como nos resultados de Paiva & Melo (2003).

O estudo desenvolvido por Marques (2006) também na bacia Tocantins-Araguaia, mais especificamente na UHE de Lajeado-To, também possibilita inferências sobre os resultados observados e este verificou que o gênero *Staurastrum* também foi o mais rico apresentando 14 espécies identificadas, seguido por *Scenedesmus*, *Trachelomonas*, *Coelastrum* e *Chroococcus*.

Os táxons *Staurastrum* e *Staurodesmus* pertencem à família das Desmidiaceae, a qual está contida na ordem de maior riqueza verificada na

UHE de Tucuruí durante este estudo, as Zignematophyceae, sendo as desmídeas um grupo de algas geralmente de ocorrência em ambientes oligotróficos a eutróficos (Felisberto & Rodrigues, 2005) e segundo Souza *et al.* (2007) constituem um dos grupos de algas com maior riqueza de espécies na região amazônica.

As populações de *Microcystis* como observado na UHE de Tucuruí florescem após o ambiente ter se tornado termicamente e quimicamente estratificado, segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008) seu florescimento também está relacionado ao período de estabilização térmica e alta radiação solar, sua presença foi verificada também nos resultados de trabalhos em diversas regiões do país como, por exemplo, em Calijuri *et al.* (2007) na região do reservatório de Salto Grande-SP e Marques (2006) UHE de Lajeado, a presença deste táxon ocorre possivelmente por conta de apresentar ocorrência em ambientes de águas onde a concentração de fósforo oscila, além de ser especialista em estocar fosfato, eficiente em regular sua densidade e tolerantes a altas temperaturas e baixa luminosidade.

A espécie *Microcystis aeruginosa*, é também considerada potencialmente tóxica, sendo *Anabaena* o gênero com mais espécies com esta característica, tem ampla distribuição geográfica registrada por Sant'anna & Azevedo (2000), e no Brasil é a espécie que possui a maior distribuição (Marques, 2006).

A composição da montante apresentou 153 espécies enquanto que na jusante ocorreram 118, distribuídas principalmente entre as divisões Streptophyta, Chlorophyta e Bacillariophyta, sendo que a montante as divisões mais ricas foram Streptophyta e Chlorophyta e na jusante destacaram-se principalmente as Bacillariophyta (além das Streptophyta), esta inversão de polaridade taxonômica traduz-se nas condições ecológicas do meio uma vez que as algas são indicadoras de ambiente, logo pode-se inferir que a montante há um caráter mais lacustre que de acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008) normalmente ocorre com o barramento do rio o qual origina alterações ambientais tais como a diminuição da corrente, o aumento das condições de lago e a compartimentalização ou zoneamento do ambiente a montante com

categorias rio, transição e lago, isto significa que a predominância de Chlorophyta na montante é um indicativo de ambiente de lago.

Já na jusante o comportamento ou característica limnológica apresentada a partir da presença de diatomáceas é comparável a um estuário, como observado por Monteiro *et al.* (2009) no trabalho realizado ao longo do rio Guamá-Pará, no qual as diatomáceas predominaram na composição específica do ambiente estando as Chlorophyta no 2º lugar do ranking de riqueza.

Segundo Marques (2006) a variação espacial da comunidade se dá em decorrência dos fatores ambientais e na montante da UHE de Tucuruí os parâmetros mais correlacionados foram a temperatura diretamente relacionada com a turbidez, oxigênio dissolvido e clorofila *a*, a turbidez relacionou-se com os sólidos e condutividade, cuja correlação deu-se com a clorofila, inferindo sobre maior dinâmica ambiental a montante corroborando as conclusões sobre os efeitos ocorridos a jusante dos rios que sofrem barramento, uma vez que as variáveis correlacionadas neste ambiente foram apenas a temperatura com a condutividade e a clorofila com a turbidez, oxigênio e sólidos totais em suspensão.

O comportamento da composição específica da comunidade microfitoplanctônica observada na UHE de Tucuruí apresentou diferenças estatísticas entre a montante e a jusante somente durante a 1ª campanha de coleta realizada em junho/2008 período de menor precipitação da região, esta campanha foi também a de menor riqueza de espécies, estes resultados podem ter ocorrido em função da influencia dos parâmetros ambientais os quais demonstraram cerca de 88% da fonte da variabilidade do ambiente, pois de acordo com Marques (2006) os fatores físicos e químicos podem determinar quais gêneros e espécies irão se estabelecer e dominar ecossistemas específicos, de acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008) os gradientes horizontais físico, químico e biológicos podem interferir no tempo de reprodução do fitoplâncton impondo condições específicas de sobrevivência.

A interação dos parâmetros físico-químicos foi analisada através dos testes estatísticos ANOVA e Cluster, sendo que a ANOVA indicou que a

temperatura e pH apresentaram diferença significativa em relação a montante e jusante da usina, nos meses de coleta e com relação aos ambientes com os meses de coleta, sendo que a partir dos resultados do teste de agrupamento ou Cluster a temperatura mostrou grau de similaridade com o oxigênio dissolvido e o pH não formou grupo com mais nenhum parâmetro, indicando um comportamento diferenciado na UHE de Tucuruí.

Este comportamento particular possivelmente pode ocorrer por conta do barramento do rio, o qual altera o regime hidrológico e como consequência inúmeras implicações ecológicas à jusante são originadas, sendo as mais importantes o regime de seca e cheia aperiódicos e alterações na qualidade da água, que para os valores de pH sofre alteração juntamente com o oxigênio dissolvido, uma vez que o pH da água de inundação promove a mobilização de determinados íons e precipitação de outros (Esteves, 1998).

O restante dos parâmetros abióticos aferidos, sólidos, turbidez e condutividade apresentaram diferenças significativas apenas em relação aos meses de coleta, os quais foram organizados de acordo com o regime pluviométrico da região que possivelmente foi o fator que influenciou suas variações, juntamente com a vazão do rio.

De acordo com Esteves (1998) estudos sobre o impacto ambiental causado por construções de barragens mostram que uma represa apresenta maturidade quando o grau de homogeneidade ou equitabilidade apresenta-se alto, levando a conclusão de que apesar dos aproximados 30 anos da UHE de Tucuruí ainda não se têm uma barragem ambientalmente madura, pois de acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008) Tucuruí encontra-se entre o grau de evolução de estabilidade vulnerável a estável, com carga de nutrientes estável e recuperação da biodiversidade.

CONCLUSÃO

Os parâmetros físico-químicos e a clorofila *a* apresentaram comportamentos relevantes com relação à sua distribuição espaço-temporal, havendo diferença significativa da temperatura, pH e clorofila *a* entre a montante e a jusante e durante os meses de coleta na UHE de Tucuruí. Já os

sólidos totais e a condutividade apresentaram diferença significativa apenas sazonalmente (meses de coleta).

A UHE de Tucuruí sofreu influência da maioria dos parâmetros físico-químicos aferidos, uma vez que a temperatura, pH, sólidos totais, turbidez e oxigênio dissolvido representaram os principais componentes ambientais do ambiente.

A estrutura da comunidade microfitoplanctônica estabeleceu-se de forma que a divisão Streptophyta apresentou o maior número de espécies observadas (93) e o mês de maior riqueza foi setembro de 2008, onde se identificou 66 espécies a montante.

As espécies importantes cuja frequência de ocorrência e abundância relativa foram relevantes ao estudo são *Anabaena pertubata*, *Aulacoseira granulata* e *Oscillatoria limosa* as quais pertenceram a categoria Frequente e Dominate, já a Cyanobacteria *Microcystis aeruginosa*, foi a única espécie pertence a categoria Muito Frequente e Dominate, apontando a necessidade de verificações contínuas com a finalidade de proteção à saúde pública, uma vez que sendo potencialmente tóxica pode causar problemas à população que utiliza o lago para fins de abastecimento e recreação.

A composição específica observada apresentou distribuição distinta espacialmente, com variação significativa entre a montante e jusante do reservatório durante o mês de junho de 2008, possivelmente influenciada pela interação dos fatores abióticos.

Contínuas e sistemáticas avaliações de impacto ambiental e mecanismos de modelagem de interação biológica em sistemas artificiais como reservatórios necessitam ser desenvolvidas para que assim possamos precisar com segurança as redes de correlação dos organismos e o meio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M. M.; MEYER, M. 1990. Avaliação de áreas ocupadas por diferentes espécies de macrófitas aquáticas no reservatório de Tucuruí através de dados

de satélites Landsat/TM. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** 6:24-29.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach of classification system of Cyanophytes. 3- Oscillatoriales. **Arch. Hydrobiol. Suppl.**, v. 80, p. 327-472. 1988.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em: 26 maio 2005.

ALVES, C. S. L. **Avaliação sazonal e temporal de variáveis físico-químicas no reservatório de Tucuruí-Pa.** Belém, 2005. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0 - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas.** Belém: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá-IDSM/MCT/CNPq, 2007.

BALECH, E. **Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental.** , Madrid: Publicaciones Especiales - Instituto Español de Oceanografía, 1988.

BARBOSA, D. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G., 2003. Algumas teorias ecológicas aplicadas a sistemas lóticos. In: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. (Eds.). **Limnologia Fluvial: um estudo no Rio Mogi-Guaçu:** 16-22. RiMa, São Carlos.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras: chave ilustrada para identificação de gêneros.** São Paulo : Editora Universidade de São Paulo, 1970.

BICUDO, C. E. M.; RAMÍREZ, R. J. J.; TUCCI, A.; BICUDO, D.C., 2007. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: O lago das garças, São Paulo. In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais:** 449-508. FUNDIBIO, Botucatu.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation a la systématique. I. Les alguesvertes.** Paris : Éditions N. Boubée & Cie, 1972.

BRAGA, C. Z. F. 1990. Avaliação preliminar da produtividade primária na represa de Tucuruí, Pará, com utilização de imagens TM. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** 6: 24-29.

CALIJURI, M. C.; DEBERT, G. L. B.; MINOTI, R. T., 2007. A produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Salto Grande (Americana-SP). In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais:** 109-148. FUNDIBIO, Botucatu.

CARMONA, P. A.; PEREIRA, L. C. C.; PINHEIRO, S. C. C.; MONTEIRO, V. F.; COSTA, R. M. Variação espaço-temporal do Microfitoplâncton dos furos da Ostra e Grande (canais de maré do estuário do Caeté), Pará-Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 2. 2009.

CLEVE-EULER, A. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Kungl. Svenka Vetenskapsakademiens Handlingar, v. 4, n. 5, p. 1-225. 1953.

COSTA, V. B.; SOUZA, L. R.; SENA, B. A.; COSTA, S. D.; BEZERRA, M. F. C.; NAKAYAMA, L. Microfitoplâncton do lago água preta, parque ambiental de Belém (Pará, Brasil), durante o período chuvoso. **UAKARI**, v. 6, n. 1, p.75-86. 2010.

DESIKACHARY, T. S., 1959. **Cyanophyta:** 1-686. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.

ELETROBRAS. Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/93. Rio de Janeiro. 1990.

ELETRONORTE, 2000. Macrozoneamento da Área de Influência, a Montante, do lago-Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. **Documento Base para Discussões:** 1-145.

SOUZA, E. B.; COSTA, V. B.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de

arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). **Acta Botanica Brasílica**, v. 23, n. 4, p. 1084-1095. 2009.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A. C.; TUNDISI, J. G. Spatial heterogeneity of the Tucuruí reservoir (state of Pará, Amazônia, Brazil) and the distribution of zooplanktonic species. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 179-194. 2000.

ESTEVES, F. A.. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/Finep, 1998.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: the example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. **Environmental Conservation**, v. 24, n. 1, p. 64-75. 1997.

FEARNSIDE, P. M. Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. **Environmental Management**, v. 24, n. 4, p. 483–495. 1999.

FEARNSIDE, P. M. Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia. **Environmental Management**, v. 27, n. 3, p. 377-396. 2001.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse Gas Emissions from a Hydroelectric Reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the Energy Policy Implications. **Environmental Management**, v. 133, n. 1-4, p. 69-96. 2004.

FELISBERTO, A. S. & RODRIGUES, L. Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na similaridade das comunidades de desmídias perifíticas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 241-254. 2005.

FERRARI, F.; PROCOPIAK, L. K.; ALENCAR, Y. B.; LUDWIG, T. A. V. Eunotiaceae (Bacillariophyceae) em igarapés da Amazônia Central, Manaus e Presidente Figueiredo, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, n.1, p. 1-16. 2007.

FÖRSTER, K. Amazonische Desmidieen. **Amazoniana**, v. 5, n. 2, p. 135-242. 1974.

GIANI, A. & FIGUEIREDO, C. C., 2007. Recorrência de padrões sazonais do fitoplâncton num reservatório eutrófico (Reservatório da Pampulha, MG). In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**: 531-550. FUNDIBIO, Botucatu.

HAHN, N. S. & FUGI, R. Alimentação de peixes em reservatórios BRASILEIROS: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 469-480. 2007.

HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDBIO/FAPESP, 2007.

HINO, K.; TUNDISI, J. Atlas de algas da Represa do Broa. Série Atlas. 2 ed. v.2. São Paulo: Universidade Federal de São Carlos, 1984. 143 p.

INMET, 2010. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 12 de novembro de 2010.

LIMA, C. J. S. **Efeitos da fragmentação e isolamento da paisagem na riqueza e composição de espécies de lagartos no reservatório de Tucuruí, Pará**. Belém, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios yesteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marinha**, Valparaiso, v. 22, n. 1, p. 1-19, 1986.

MARQUES, A. K. **Análise da diversidade fitoplanctônica no reservatório da usina hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, no médio Tocantins-TO: estrutura da comunidade, flutuações temporais e espaciais**. Belém, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Meio Ambiente). Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins.

MATEUCCI, S. & COLMA, A., 1982. **Metodología para el estudio de la vegetación**: 1-169. Secretaría General Organización de los Estados Americanos, Washington.

MATSUMURA-TUNDISI, T., 2007. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**: 39-59. FUNDIBIO, Botucatu.

MELO, S.; SOUZA, K. F.; REBELO, S. R. M.; SOPHIA, M. G. Gêneros *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs e *Micrasterias* C. Agardh (Conjugatophyceae-Desmidiaceae) de dois ambientes amazônicos de águas pretas (Manaus, Amazonas-Brasil). **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 13-19. 2009.

MELO, S.; SOUZA, K. F. Annual and interannual fluctuation of desmids species in a black water Amazon floodplain lake (Lago Cutiuaú, Amazonas State, Brazil). **Acta Scientiarum- Biological Science**, v. 31, n. 3, p. 235-243. 2009.

MONTEIRO, M. D. R.; MELO, N. F. A. C.; ALVES, M. A. M. S.; PAIVA, R. S. Composição e distribuição do microfitoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 4, n. 3, p. 341-351. 2009.

MORO, R. S.; FERRARI, F.; SANTOS, M. A.; BARROS, K. F.; SCHMITT, J. Heterogeneidade espacial do fitoplâncton na represa alagados (Ponta Grossa, PR). **Ci. Biol. Saúde**, v. 9, n. 1, p. 21-30. 2003.

OVERBECK, J., 2000. Conceitos de ecossistema. In: JORGENSEN, S. E. & VOLLENWEIDER, R. A. (Eds): **Princípios para o gerenciamento de lagos**: 1-184.

PAIVA, R. S. & MELO, N. F. A. C., 2003. Monitoramento das Comunidades Fito e Zooplânctônica na Área de Influência da UHE Tucuruí – Pará. **Relatório Final do Programa de Limnologia e Qualidade da Água ELETRONORTE**.

PAIVA, R. S.; MELO, N.; GOUVÊA, P.; RAMOS, C.; COSTA, S., 2004. A ocupação urbana como fonte poluidora dos corpos d'água na região amazônica. Estudo de caso: composição e biomassa primária da foz do igarapé Tucunduba (Belém-Pará). In: UHLY, S. & SOUZA, E. L. (Eds): **A questão da água na grande Belém**: 1-247.

PORVARI, P. Mercury levels of fish in Tucuruí hydroelectric reservoir and in River Mojú in Amazonia, in the state of Pará, Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 175, n. 2, p. 109-117. 1999.

RIBEIRO, F. C. P.; SENNA, C. S. F.; TORGAN, L. C. Diatomáceas em sedimentos superficiais na planície de maré da praia de Itupanema, estado do Pará, Amazônia. **Rodriguésia**, v. 59, n. 2, p. 309-324. 2008.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G., 1990. **The Diatoms: Biology and Morphology of the genera: 1-747**. University Press, Cambridge.

SANCHES, F.; FISH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí -PA. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 41-50. 2005.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P. Contribution to the Knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. **Nova Hedwigia**, v. 71, n. 3-4, p. 359-385. 2000.

SOUSA, A. R.; SOUZA, F. F. P.; MEDEIROS, M. M.; COSTA, O. S., 2008. Variação vertical do perfil de oxigênio dissolvido e temperatura da represa samambaia, Goiânia/GO. **48° Congresso Brasileiro de Química**.

SOUZA, K. F.; MELO, S.; ALMEIDA, F. F. Desmídias de um lago de inundação do Parque Nacional do Jaú (Amazonas-Brasil). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 24-26. 2007.

STRASKRABA, M. & TUNDISI, J. G., 2000. Diretrizes para o Gerenciamento de lagos. **Gerenciamento da qualidade da água de represas: 9:1-280**.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, v.167, p. 1-311. 1968.

TÔHA, F. A. L.; VELHO, L. F. M.; BONECKER, C. C., 2007. Estrutura da comunidade zooplânctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-Go. In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais: 347-374**. FUNDIBIO, Botucatu.

TUNDISI, J. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T., 1995. The Lobo-Broa ecosystem research. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds): **Limnology in Brazil**: 1-376. Brazilian Academy of Science, Rio de Janeiro.

TUNDISI, J. G. **Água no Século 21: Enfrentando a escassez**. São Paulo: Rima, 2003.

TUNDISI, J. G., 2007. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**: 21-38. FUNDIBIO, Botucatu.

TUNDISI, J. G. ; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VALIELA, I.; G. COLLINS, J.; KREMER, K.; LAJTHA, M.; GEIST, B.; SEELY, J. BRAWLEY; SHAM, C. H. Nitrogen loading from coastal watersheds to receiving estuaries: New method and application. **Ecol. Appl.**, v. 7, p. 358-380. 1997.