



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

FLÁVIA MORGANA MONTEIRO

**INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA
DINÂMICA ESPAÇO/TEMPORAL DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA DO AÇUDE BODOCONGÓ,
SEMIÁRIDO**

CAMPINA GRANDE – PB
2012

FLÁVIA MORGANA MONTEIRO

**INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA
DINÂMICA ESPAÇO/TEMPORAL DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA DO AÇUDE BODOCONGÓ,
SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Graduação em Ciências
Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, em
cumprimento a exigência para a
obtenção do grau de Licenciado
em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Janiele França de Vasconcelos

CAMPINA GRANDE – PB
2012

M775i Monteiro, Flávia Morgana.

Influência das variáveis ambientais na dinâmica espaço/temporal da comunidade fitoplanctônica do Açude Bodocongó, Semiárido. [manuscrito] / Flávia Morgana Monteiro. – 2012.

43 f.: il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

“Orientação: Profa. Ma. Janiele França Vasconcelos, Departamento de Ciências Biológicas.”

1. Fitoplâncton. 2. Qualidade da água. 3. Eutrofização.
I. Título.

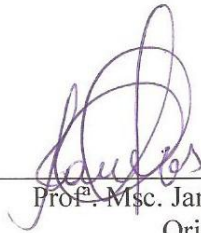
CDD 21. ed. 363.738

FLÁVIA MORGANA MONTEIRO

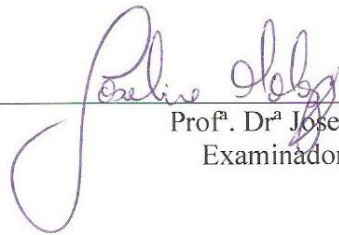
**INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA ESPAÇO /
TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO AÇUDE
BODOCONGÓ, SEMIÁRIDO**

Aprovado em: ____ de dezembro de 2012.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a M^{sc}. Janiele de França Vasconcelos
Orientadora / UEPB



Prof.^a Dr.^a Joseline Molozzi
Examinadora / UEPB



Msc. Flávia Oliveira Dias
Examinadora

Dedicatória

A meus pais, José e Maria, que sempre lutaram para proporcionar o melhor para mim, sem nunca perder a postura, a responsabilidade e o amor. Que em todas as lições souberam mostrar o verdadeiro sentido de viver com dignidade.

A meus irmãos, Marciano, Marlon e Manuela, pela vivência, carinho e apoio, respeitando e compartilhando de minhas escolhas.

A meu filho, kaio, o meu presente de Deus, que cotidianamente me faz sentir a mulher mais feliz do mundo.

A todos eles que constituem o meu principio, meu meio, meu tudo: a minha vida! Eu amo todos vocês!

Com carinho,

Flávia Morgana Monteiro.

Agradecimentos

A Deus por presentear-me com a vida, pelo infinito amor, ensinamentos e constante proteção. Por sempre me mostrar o caminho certo a seguir, iluminando meus passos me dando forças para superar todas as dificuldades da vida, motivando-me sempre a recomeçar. Obrigado a ti Senhor.

Aos meus queridos pais Maria e José, que não só me deram a vida, mas orientaram os meus passos, muitas vezes renunciando aos seus próprios sonhos para a realização dos meus, me incentivando a nunca desistir e por acreditarem em mim. Amo vocês!!!

A minha irmã Manuela, meu irmão Marlon e meu filho Kaio por todo o afeto que transmitem. Amo vocês!!!!

Ao meu irmão, que amo, José Marciano que sempre foi um espelho de profissionalismo e dedicação a qual quero seguir, sempre me apoiou em palavras e atitudes. Também agradeço a minha cunhada Kaline, minha sobrinha Hannah Sophie, pelo simples fato de vocês existirem na minha vida!

A Prof. M^a. Janiele França de Vasconcelos pela orientação, pela oportunidade, pela paciência, pelos conhecimentos transmitidos e por confiar em minha capacidade de trabalho, auxiliando-me em momentos de dificuldades, contribuindo para a minha formação profissional e pessoal.

A professora Sandra Maria Silva, por ter sido minha co-orientadora.

Agradeço a prof. Dr^a. Joseline Molozzi e a Flávia Oliveira Dias por aceitarem participar de um momento tão importante e crucial.

Ao professor Dr. José Etham de Lucena Barbosa pela oportunidade de participar como estagiária no Leaq.

A Gustavo Correia de Moura, por ter me ajudado nas análises. Agradeço principalmente pela amizade e companheirismo, por estar presente não só nos momentos de trabalho, mas também nos momentos de lazer e descontração, e por todo carinho e incentivo.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Aquática (Leaq), Daniele Jovem, Sara Oliveira, Maria José (Shakira), Camila, Paulo Roberto, Leandro Viana, Evaldo Azevedo, Silvana, Maria Virgínia, Joelma, e Raiane pela participação em minha formação como bióloga, pelas alegrias compartilhadas, pelo convívio produtivo, companheirismo, momentos de descontração e, principalmente, pela amizade.

Agradeço a Gabrielle Joanne e Antonio Neto por me ajudarem na identificação das algas.

Ao minhas amigas Juliana, Lilitana e Stefhanie, por terem compreendido minha ausência durante esses últimos meses.

Enfim, a todos aqueles que aqui não citei, mas que de uma maneira ou de outra, me ajudaram nesta importante etapa de minha vida.

Ao meu Papai do Céu, finalizo com os mais carinhosos agradecimentos. Hoje tenho a confiança e certeza que o sonho foi realizado, e dentre os resultados mais importantes disso tudo, destaco a maturidade. Agora tudo recomeça novamente, se assim Deus permitir... Obrigado a todos.

*“De tudo ficam três coisas:
A certeza de que estamos sempre começando...
A certeza de que é preciso continuar...
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...
Portanto devemos:
Fazer da interrupção um caminho novo...
da queda um passo de dança...
do medo uma escada...
do sonho uma ponte...
da procura um encontro...
do encontro uma conquista” .*

Fernando Pessoa

INFLUENCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DINÂMICA ESPAÇO/TEMPORAL DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO AÇUDE BODOCONGÓ, SEMIÁRIDO

MONTEIRO, Flávia Morgana.

RESUMO

A avaliação dos parâmetros biológicos tem sido freqüente na avaliação de impactos ambientais, pois produzem informações que não só indicam a presença de poluentes, mas como estes interagem com o meio ambiente, proporcionando uma melhor indicação na qualidade dos ecossistemas. O fitoplâncton é um importante indicador de qualidade da água em reservatórios, seu crescimento exagerado, favorecido pela eutrofização do corpo d'água, pode trazer graves consequências. O presente estudo objetivou avaliar a influência das variáveis ambientais na comunidade fitoplanctônica do Açude Bodocongó, quanto a variabilidade temporal e espacial. As coletas foram feitas mensalmente, no período de novembro/2011 a setembro/2012, em três estações de amostragem Estação E1 (zona do rio), estação E2 (limnética) e estação E3 (jusante), na subsuperfície do reservatório. Para alcançar o objetivo proposto, foram feitas análises estatísticas com auxílio dos programas STATÍSTICA 7, para obtenção de médias e desvio padrão, e posteriormente, foi realizada uma ordenação direta, através da análise de correspondência canônica (CCA) com os parâmetros biológicos, físico-químicos. O reservatório revelou-se comprometido em termos de qualidade da água, tanto com relação aos aspectos biológicos quanto a contaminação orgânica e inorgânica, Apresentou altas concentrações de nutrientes nitrogenados e fosfatados, sendo assim, classificado como hipereutrófico, além da comunidade fitoplanctônica, em que foi observada predominância de algas potencialmente tóxicas, as cianobactérias, que podem ser consideradas como uma classe indicadora da qualidade da água. Essas interferências na qualidade da água foram resultantes dos fatores climáticos e limnológicos. Tornando possível comprovar a influência das variáveis ambientais na comunidade fitoplanctônica ocorridas ao longo do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura da comunidade. Fatores abióticos. Ficoflórula.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01.** Representação da localização geográfica do Açúde Bodocongó, com as respectivas zonas de estudo: estação 1, estação 2 e estação 3..... 18
- FIGURA 02.** Valores pluviométricos de novembro/2011 a setembro de 2012 22
- FIGURA 03.** Riqueza total de espécies fitoplanctônicas no Reservatório Bodocongó, na estação 1 (A), estação 2 (B) e estação 3 (C) no período de novembro de 2011 a setembro de 2012..... 27
- FIGURA 04.** Densidade total das espécies fitoplanctônicas no reservatório Bodocongó na estação 1 (A), estação 2 (B) e estação 3 (C), no período de novembro de 2011 a setembro de 2012..... 29
- FIGURA 05.** Diversidade e equidade na estação E1 (A), estação E2 (B) e estação E3 (C), durante o período de estudo (novembro de 2011 a setembro de 2012)..... 31
- FIGURA 06.** Um diagrama de Venn mostrando o particionamento de variação (%) de acordo com tres conjuntos de variáveis independentes, ambiental (E), temporal (T) e espacial (S)..... 33
- FIGURA 07.** Diagrama de Ordenação pela CCA das unidades amostrais no reservatório Bodocongó nas estações de amostragem à montante (●), limnética (■) e jusante (□), geradas a partir de 10 variáveis ambientais e 8 componentes da comunidade fitoplanctônica. Variáveis ambientais: Transparência (TRANS), pH (pH), nitrito (NO₂), amônia (NH₄), nitrato (NO₃), ortofosfato (PO₄), fósforo total (PT), alcalinidade (ALC), oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica (CE). Componentes da comunidade fitoplanctônica: *Lyngbya sp.* (*Lyn*), *Phacus longicauda* (*Ph. lon*), *Planktolyngbya limnetica* (*Pllyn*), *Monoraphidium minutum* (*Mo.mi*), *Crucigenia sp.* (*Cru*), *Cyclotella meneghiniana* (*Cy.me*), *Planktothrix isothrix* (*Plank*) e *Anabaena circinalis* (*Ana.cir*).
..... 34
- FIGURA 08.** Diagrama de Ordenação pela CCA das unidades amostrais no reservatório Bodocongó nas estações de amostragem à montante (●), limnética (■) e jusante (□), geradas a partir de 10 variáveis temporais e 8 componentes da comunidade fitoplanctônica. Variáveis temporais: novembro (NOV), dezembro (Dez), janeiro (Jan), fevereiro (Fev), março (Mar), abril (Abr), maio (mai), junho (Jun), julho (Jul) e agosto (Ago). Componentes da comunidade fitoplanctônica: *Lyngbya sp.* (*Lyn*), *Phacus longicauda* (*Ph. lon*), *Planktolyngbya limnetica* (*Pllyn*), *Monoraphidium minutum* (*Mo.mi*), *Crucigenia sp.* (*Cru*), *Cyclotella meneghiniana* (*Cy.me*), *Planktothrix isothrix* (*Plank*) e *Anabaena circinalis* (*Ana.cir*)..... 35

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. Fases da análise usando CANOCO.....	21
TABELA 02. Valores médios das variáveis analisadas em campo entre as três estações de amostragem, onde; X: médias e DP: Desvio Padrão.....	23
TABELA 03. Espécies fitoplanctônicas do Açúde Bodocongó durante o período de novembro de 2011 a setembro de 2012, nas três estações de amostragem.....	25
TABELA 04. Resumo de restrição parcial e análises de correspondência canônica para os dados sobre a densidade de nove espécies da comunidade fitoplânctonica.....	32

SUMÁRIO

Resumo

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1. INTRODUÇÃO:	12
2. PERGUNTA:	14
3. OBJETIVOS:	14
3.1 Objetivo Geral	14
3.2 Objetivos Específicos	14
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS:	17
5.1 Área de Estudo	17
5.2 Coleta de Amostras de Água.....	18
5.3 Análises de Dados	19
6. RESULTADOS	22
6.1 Pluviometria	22
6.2 Características Limnológicas	22
6.3. Comunidade Fitoplanctônica.....	24
6.4. Análise de Componentes Canônicos	32
7. DISCUSSÃO	36
8. CONCLUSÃO	40
9. REFERENCIAS	41

1. INTRODUÇÃO:

A água é um recurso natural abundante em nosso planeta. Cerca de 70% da superfície da Terra é coberto por ela. Porém, a porção desse recurso que pode ser utilizado pelo homem e demais organismos para realizarem suas atividades vitais é de apenas 1%. Dessa forma, a água se torna um fator limitante no desenvolvimento em diversas regiões do planeta.

Na região amazônica estão concentradas 70% da água doce do Brasil, mas abriga apenas 7% da população brasileira (Rodrigues, 2004). Oposto a essa situação está à região Nordeste que possui um grande índice populacional, cerca de 28%, e apenas 3% da água doce. Esta região sofre com a escassez deste recurso, especialmente por apresentar constantes faltas de chuvas. Muitos são os meios para superar as dificuldades geradas pela insuficiência de água. Entre as diversas formas, existe a construção de açudes para o seu armazenamento (Silva, 1999; Moura *et al.*, 2007), bem como a utilização das águas presentes nos rios e lagos já existentes.

Em regiões metropolitanas, o crescimento imobiliário engloba áreas de mananciais naturais, como rios e lagos, trazendo problemas quanto à utilização do recurso, através da poluição das suas águas. Em contrapartida, os lagos urbanos possuem importância econômica e social, pois representam uma fonte de renda e lazer para as comunidades que vivem em seu entorno e se utilizam de seus recursos (Padisák, 2003; Nogueira *et al.*, 2008). O aumento demasiado da população que vive à margem de tais sistemas, resulta em mau uso e exploração desses ambientes, gerando como conseqüências diminuição da riqueza e abundância da biota aquática. Além disso, o ambiente perde parte do seu valor estético e paisagístico, e se torna impróprio para utilização devido aos danos causados na qualidade da água (Moura *et al.*, 2007; Chellappa *et al.*, 2009).

As alterações antrópicas mais comuns como o despejo de esgotos domésticos sem tratamento e a introdução dos mais variados tipos de resíduos, acarretam nos ecossistemas aquáticos um processo conhecido por eutrofização que é o aporte descontrolado de nutrientes (Ehrenhaus & Vigna, 2006). Pode-se citar como conseqüência da eutrofização, o aumento da produtividade primária, com a proliferação de macrófitas aquáticas e a ocorrência de florações de algas, a redução da produção secundária, entre outros (Matsumura-Tundisi & Tundisi, 2008).

Dentre os principais processos biológicos que ocorrem em um ecossistema aquático, a produção primária do fitoplâncton é de importância básica, uma vez que o fitoplâncton pode contribuir com até 87% da produção primária global de um lago (Toledo & Hay, 1988). Os conhecimentos a cerca da estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica, dão subsídios para o entendimento do funcionamento do ecossistema (Crossetti & Bicudo, 2005). Desse modo, a comunidade de algas planctônicas são bioindicadores, respondendo sobre o estado trófico e condições de uso do mesmo (Ferreira & Rocha, 1988; Heino *et al*, 2009; Souza & Fernandes, 2009).

O fitoplâncton pode ser encontrado em ambientes com diferentes níveis nutricionais e a dominância de uma classe específica é um indicativo do estado da qualidade da água. As espécies também podem ser divididas em grupos funcionais onde os critérios para a divisão estão de acordo com o tipo de ambiente em que se encontram (Reynolds *et al*, 2002), ocorrendo sucessão das comunidades fitoplanctônicas, em função das modificações a que estão submetidas.

A riqueza de espécies e modo como os indivíduos estão distribuídos entre seus grupos infere em diversidade, e este índice é um fator chave em ecologia, pois, se torna um meio de avaliar e caracterizar um determinado ecossistema (Ferreira & Rocha, 1988; Nogueira *et al*, 2008). Segundo Nogueira *et al*, (2008), a diversidade pode ser utilizada na avaliação ou mesmo comparação de sistemas quanto ao número de espécies existentes em um corpo aquático específico.

Chalar (2009) considera que muitos processos bióticos e abióticos contribuem para a variabilidade na densidade e diversidade fitoplanctônica em sistemas aquáticos, podendo atuar em escalas temporais e espaciais. Mudanças na temperatura, intensidade luminosa, ocorrência de vento, chuva, aumento no nível de água e disponibilidade de nutrientes e luz são importantes eventos que influenciam na variação espacial e sazonal das assembléias algais (Hoyer *et al*, 2009).

O Açude Bodocongó é dotado de inúmeras utilidades para a população do seu entorno. Conhecer os padrões de densidade e diversidade da comunidade fitoplanctônica, é fundamental para prever respostas do ecossistema às mudanças ambientais e perturbações humanas. Desse modo, o trabalho objetiva analisar a ecologia da comunidade de algas planctônicas do Açude Bodocongó.

2. PERGUNTA:

Qual a influência das variáveis ambientais sobre a dinâmica temporal e espacial da comunidade fitoplanctônica em um açude do semiárido brasileiro?

3. OBJETIVOS:

3.1 Objetivo Geral

Descrever o padrão de variação temporal da comunidade de algas e cianobactérias em um açude urbano do semiárido nordestino e fatores relacionados à ocorrência e dominância de florações de cianobactérias potencialmente toxigênicas.

3.2 Objetivos Específicos

- ▶ Realizar o monitoramento das condições limnológicas do Açude Bodocongó;
- ▶ Analisar a variação espacial e temporal das variáveis limnológicas e biológicas do ambiente;
- ▶ Determinar a diversidade da comunidade fitoplanctônica;
- ▶ Avaliar as respostas da comunidade fitoplanctônicas às perturbações físicas e químicas sofridas pelo ecossistema;
- ▶ Quantificar o grau de evolução trófica do Açude Bodocongó.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O crescimento exponencial das populações humanas tem aumentado a demanda de água, não só para as necessidades básicas (consumo), mas também para outros propósitos: industrial, recreativos e atividades agrícolas. A concentração das populações humanas nos centros urbanos tem produzido, em larga escala esgotos que são despejados sem tratamentos

nos corpos aquáticos, especialmente nas regiões tropicais. A eutrofização cultural dos ecossistemas lênticos, tem se desenvolvido rápido em regiões com altas densidades demográficas, sendo um dos mais sérios distúrbios antropogênicos para os ambientes aquáticos. Os planos para a restauração e proteção da qualidade da água necessitam de um diagnóstico prévio do ecossistema e do desenvolvimento e aplicação de modelos de comportamento do ecossistema (HENRY *et al*, 2004).

A importância das variações temporais e espaciais do ambiente sobre a disponibilidade de recursos, e conseqüentemente, sobre a estrutura das comunidades aquáticas foi noticiado primeiro por Hutchison em 1961. Desde então, numerosas pesquisas foram desenvolvidas pra melhor entender a relação entre comunidade-ambiente. Segundo Padisak (2006) estudos críticos e empíricos foram conduzidos focados especificamente nos efeitos combinados de disponibilidade de luz e nutrientes de sistemas planctônicos de água doce. Contudo, a maioria destes estudos foram conduzidos em ambientes temperados. Reynolds (1984) afirma que o desenvolvimento de estudos comparativos das respostas do fitoplâncton para as mudanças ambientais e a construção de modelos para os sistemas tropicais é de fundamental importância para a melhoria das estratégias de gestão da qualidade da água.

As variáveis biológicas utilizadas como forma de monitoramento da qualidade da água oferecem, ainda, a vantagem de apresentarem informações de efeitos ambientais prolongados, ou seja, são capazes de apontarem estados não mais existentes durante a amostragem, e sim, originados a partir do processo de maturação da comunidade (LOBO *et al*, 2002).

O estudo do fitoplâncton nos ecossistemas aquáticos é particularmente importante porque ajuda a revelar importantes padrões biológicos em relação ao efeito antropogênico. Segundo Barbosa (2002), o uso de índices bióticos para expressar de forma numérica um conjunto de dados sobre a composição do fitoplâncton, visa avaliar os efeitos das populações nas comunidades aquáticas contribuindo dessa forma para o monitoramento das águas.

As algas são consideradas como um dos mais importantes grupos de organismos a ser empregado na classificação ecológica dos mananciais aquáticos. Devido a sua distribuição constante e por apresentar espécies tolerantes como também sensíveis às mudanças do meio. Visto que alguns microorganismos de ambientes extremos ou que vivem sob determinado tipo de pressão, de origem natural ou antrópica, podem ostentar propriedade inusitada ou específica (BRANCO, 1986), e desempenharem um importante papel como participantes ativos nos processos de resiliência dos cursos d'água.

O fitoplâncton tem grande importância como um bioindicador em potencial das condições ambientais vigentes em que se encontram os corpos aquáticos, sendo também

responsável por alguns problemas ecológicos quando se desenvolve demasiadamente: numa situação de excesso de nutrientes (especialmente fósforo e nitrogênio) e de temperatura favorável, estes organismos podem multiplicar-se rapidamente formando o que se costuma chamar florescimento. Portanto, essa diversidade que responde as modificações ambientais, propicia o processo de eutrofização de ecossistemas aquáticos. Numa situação destas, a água fica esverdeada, mas rapidamente (1-2 dias, dependendo da temperatura) se torna acastanhada, quando o plâncton esgota os nutrientes e começa a morrer. Nessa altura, a decomposição mais ou menos rápida dos organismos mortos pode levar ao esgotamento do oxigênio a água e, como consequência, a morte em massa de peixes e outros organismo.

Tucci *et al*, (2004) destacam que a parte taxonômica dos estudos envolvendo o fitoplâncton é de extrema importância, pois a partir da seleção de espécies indicadoras podem ser feitas considerações/relações sobre as condições ambientais. Ao utilizar grupos de espécies como descritoras de determinadas condições ambientais ou, até mesmo, ao elaborar propostas de manejo dos sistemas a partir dos resultados encontrados, são necessários cuidados muito especiais com a identificação e a classificação dos organismos.

Uma das maneiras de se avaliar o grau de poluição em ambientes aquáticos consiste na análise da comunidade fitoplanctônica, por constituir a base das cadeias tróficas (BARROS; FARIA, 2001).

No Nordeste brasileiro os ecossistemas aquáticos servem especialmente de suporte para a sobrevivência de comunidades humanas que utilizam os recursos disponibilizados por eles, como por exemplo, água para abastecimento e peixe para alimentação. Apesar da importância desses sistemas, são poucos os trabalhos desenvolvidos nesta região, comparados as outras regiões do país, que estudam o fitoplâncton.

Em Recife, Moura *et al*, (2007a) estudaram a composição e densidade do fitoplâncton no reservatório de Duas Unas, correlacionando às variáveis abióticas. Foram encontradas as divisões Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, e Cryptophyta. Sendo a divisão Bacillariophyta a mais representativa com relação à densidade. Moura *et al*. (2007b) avaliaram a composição e densidade da comunidade fitoplanctônica em um sistema de abastecimento de água no estado de Pernambuco. Como representantes da riqueza foram encontradas as divisões Chlorophyta, Cyanophyta e Bacillariophyta. O reservatório estava eutrofizado e apresentava uma alta densidade de Cyanophyta.

Um estudo realizado por Dantas *et al*, (2008) objetivaram detectar a influência dos fatores abióticos sobre a comunidade fitoplanctônica no reservatório de Mundaú, PE, em curtos intervalos amostrais. A alta riqueza de espécies foi observada para Chlorophyta,

seguida por Cyanophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Dinophyta e Cryptophyta, sendo Cyanophyta o grupo dominante. As variáveis temperatura e fósforo exerceram forte influência no fitoplâncton, especialmente no estabelecimento de padrões sazonais de distribuição.

Na Paraíba são poucos os trabalhos publicados a cerca do estudo do fitoplâncton, e estes se concentram especialmente na região do semi-árido do estado. Barbosa & Mendes (2005) estudaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Acauã e registraram a divisão Chlorophyta com o maior número de táxons, seguida por Cyanophyta. A densidade das algas foi alta em todos os períodos de coleta, com dominância de cianobactérias, em especial de *Cylindrospermopsis raciborskii*. A alta densidade dessa espécie foi diretamente relacionada à temperatura.

No entanto, é notável a carência de trabalhos para a região Nordeste, em especial para o estado da Paraíba. Diante disso, o presente estudo visou analisar a ecologia da comunidade de algas planctônicas do Açude Bodocongó, Campina Grande, PB.

5. MATERIAIS E MÉTODOS:

5.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido em um reservatório urbano, Bodocongó (7 ° 13 '11 "S, 35 ° 52' 21" W), localizada na região do semi-árido do nordeste brasileiro (Fig. 1) a uma altitude de 508 m acima do nível do mar. O reservatório ocupa uma área de 352.720 m², com uma profundidade média de 4,5 m, e uma capacidade de cerca de 1.019.830 m³. Refletindo o estado eutrófico e falta de mata ciliar em Bodocongó, cerca de 53% de sua área total é coberta pelas macrófitas *Eichhornia crassipes*. Historicamente, os primeiros estudos limnológicos no Brasil foram realizadas no reservatório de Bodocongó, que é considerado hoje o berço da limnologia neste país. O clima da região é de acordo com a classificação de Köppen, quente semi-árido com uma estação 7-9 mês seco. A temperatura média anual está entre 28 e 31 ° C e precipitação é cerca de 700 mm / ano.

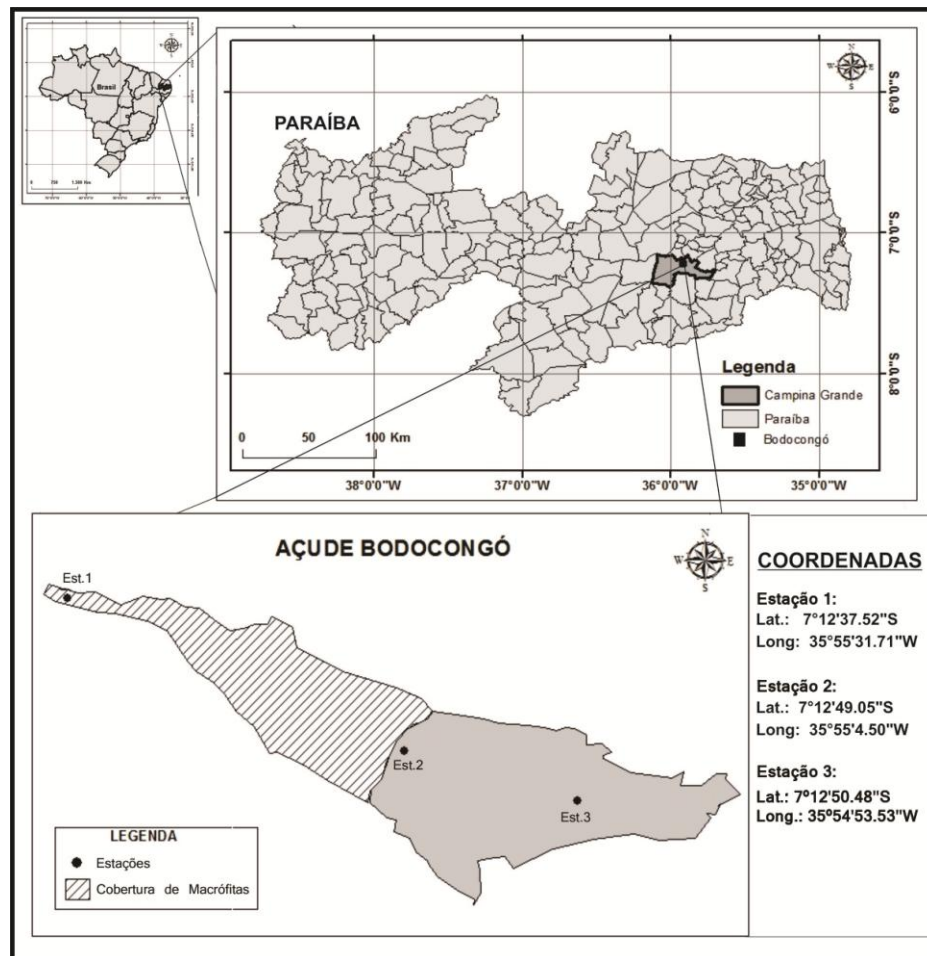


FIGURA 1. Representação da localização geográfica do Açude Bodocongó, com as respectivas zonas de estudo: à montante (E1), limnética (E2) e jusante (E3).

5.2 Coleta de Amostras de Água

Coletas mensais foram realizadas durante onze meses: de novembro/2011 a setembro/2012. As amostras foram coletadas em três locais: à montante (E1), limnética (E2), e na secção jusante (E3). As amostras de água foram coletadas na subsuperfície, e acondicionadas em garrafas de PVC previamente limpas com água destilada e mantidas em gelo para o transporte até o laboratório, onde foram congeladas.

Os dados de precipitação pluviométrica foram fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas – AESA.

Os dados físicos e químicos da água, coletados simultaneamente aos dados biológicos, foram: temperatura da água, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (ambos com auxílio da sonda multiparamétrica HORIBA© U-50) e transparência da água (disco de

Secchi; nitrito (método Bendsneider & Robinson (1952) descritas em Golterman *et al* , 1978) e nitrato (método de redução do nitrato a nitrito por cádmio amalgamado, segundo determinação de Marckereth *et al* 1978); amônia (método espectrofotométrico, do endofenol utilizando-se um espectrofotômetro, seguindo as técnicas descritas no Standard Methods Apha, 1992); fósforo total (Standard Methods, Apha, 1992, utilizando-se digestão com persulfato de potássio e posterior coloração com ácido ascórbico; e ortofosfato (Mackareth *et al.*, 1978).

Amostras de fitoplâncton (300 mL) foram realizadas através de garrafa de Van Dorn na subsuperfície e conservadas em solução de Lugol e observadas sob um microscópio invertido com câmaras de sedimentação para identificação e quantificação do fitoplâncton. Gêneros e espécies do fitoplâncton foram identificados por distinguir características morfológicas citados na literatura. A análise da densidade foi realizada conforme Utermöhl (1958) em aumento de 400 vezes, sendo contados no mínimo 100 indivíduos da espécie mais freqüente, de forma que a porcentagem de erro fosse igual ou próxima de 10%.

Para análise quantitativa, amostras fixadas com solução de formol a 4%, contadas em microscópio invertido, através do método de sedimentação em câmaras de Utermöhl (1958), até que a espécie mais abundante atingisse, no mínimo, 100 indivíduos (LUND *et al.*, 1958). Os resultados foram expressos em indivíduos/cm² e calculados de acordo com Apha (GREENBERG *et al.*, 1992). A estrutura da comunidade foi avaliada com base nos seus principais atributos: espécies abundantes e dominantes (LOBO e LEIGHTON, 1986), diversidade (SHANNON e WEAVER, 1963), equitabilidade (CAMARGO, 1993), riqueza de táxons e densidade populacional.

5.3 Análises de Dados

A contagem do fitoplâncton foi realizada em microscópio invertido com aumento de 400 vezes pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958). Através de transectos horizontais e verticais, tantos quanto foram necessários para que fossem contados, no mínimo, 100 indivíduos da espécie mais freqüente, de modo que o erro fosse inferior a 20% e o coeficiente de confiança acima de 95% (LUND *et al.*, 1958). O tempo de sedimentação foi de três horas para cada centímetro de altura da câmara (MARGALEF, 1983). Os resultados foram expressos em densidade (ind.ml⁻¹) e calculados de acordo com a fórmula descrita por Ross (1979).

$$\text{Indivíduos. ml}^{-1} = (n/sc).(1/h). (F)$$

Onde: n= número de indivíduos efetivamente contados;

s= área do campo em mm²

c= número de campos contados;

h= altura da câmara de sedimentação em mm;

F= fator de correção para mililitro (103 mm³/1 ml)

A diversidade foi calculada conforme o índice de diversidade de Shanon:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

onde: pi = número de indivíduos de cada espécie dividido pelo número total da amostra.

Inicialmente, todos os dados coletados foram tratados por meio de estatística descritiva, de maneira a compreender a variabilidade dos fatores em torno das médias e variâncias nas esferas espacial e temporal.

Foram calculadas a média (X) como medida de tendência central e as medidas de dispersão foram avaliadas através do desvio padrão (DP) no Software Excel (2007). A dimensão espacial foi analisada entre as estações. A análise de variância (ANOVA fator único; nível de significância de 0,5) foi utilizada para os dados físico-químicos e biológicos a fim de detectar diferenças significativas na distribuição espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica do reservatório.

Uma análise de correspondência canônica (CCA) foi utilizada para análise de dados. Quatro matrizes fundamentais foram utilizadas para a análise:

- Matriz espécies - a matriz de dados inicial (3 pontos estação × 8 espécies) foi reduzido por espécies dominantes. A matriz resultante foi analisada após a transformação log dos dados densidade, $y = \ln(x + 1)$ a fim de evitar a assimetria;
- Matriz ambiental - os 13 parâmetros ambientais foram padronizadas por $\ln(x + 1)$;
- Matriz espacial - as variáveis espaciais foram calculadas incluindo todos os termos para uma regressão cúbica tendência de superfície, com $x =$ longitude (centralizada) e $y =$ latitude (centralizado) (ou seja, termos foram incluídos: x , y , x^2 , xy , y^2 , x^3 , x^2y , xy^2 e y^3). (Jongman *et al*, 1996).

- Matriz temporal - foi utilizado um parâmetro qualitativo "tempo", relacionado com cada período de amostragem, que rendeu onze variáveis binárias manequim (variáveis instrumentais).

Matrizes espaciais também foram construídas para: espacial + variável temporal, ambiental + variáveis espaciais e temporais ambientais + variáveis.

Uma série de passos, envolvendo parcial CCA, foi feita utilizando CANOCO (Tabela 1). Para cada etapa, o valor da soma dos valores próprios canônicos para análise foi gravado. A proporção da variação total que esta soma representada foi então calculado e multiplicado por 100 para obter um valor para a percentagem de variação explicada para cada passo. Além disso, para cada etapa, sem restrições testes de permutação (com 1000 permutações) foram feitas da estatística traço geral.

TABELA 1. Fases da análise usando CANOCO

Passo	Descrição
[1]	CCA espécies de matriz limitada pela matriz ambiental
[2]	CCA espécies de matriz limitada pela matriz espacial
[3]	CCA espécies de matriz limitada pela matriz temporal
[4]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz ambiental, com variáveis espaciais tratados como co-variáveis.
[5]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz ambiental, com variáveis temporais tratados como co-variáveis.
[6]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz ambiental, com espacial + temporais variáveis tratadas como co-variáveis.
[7]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz espacial, com as variáveis ambientais tratados como co-variáveis.
[8]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz espacial, com variáveis temporais tratados como co-variáveis.
[9]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz espacial, com ambientais temporais variáveis tratadas como co-variáveis.
[10]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz temporal, com as variáveis ambientais tratados como co-variáveis.
[11]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz temporal, com variáveis espaciais tratados como co-variáveis.
[12]	CCA das espécies matriz, restringido pela matriz temporal, com ambiente + espaciais variáveis tratadas como co-variáveis.

Os valores correspondentes para a variação percentual de cada componente de variação foram calculados de acordo com o método de Anderson e Gribble. A percentagem de variação explicada total (Ω) é igual a [1] + [7] + [12]. Assim, a variação não explicada, $U = (100 - \Omega)$. O componente puro ambiental, E , é igual a [6], o componente puro espacial, S , é igual a [9], o componente puro temporal, T , é igual a [12], e a variação espacial e temporalmente estruturado ambiental, STE , é igual [9] + ([2] - [7]) + ([2] - [8]) - [2]. Uma vez que o valor para STE tenha sido obtida, em seguida, para os restantes cálculos de três

componentes: o componente temporal, espacial, ST, é igual ([2] - [8])-STE; componente ambiental espacial, SE, igual a ([1] - [4])-STE e componente ambiental temporal, TE, ([1] - [5])-STE. Isso termina a análise, a variação de particionamento em oito componentes, e permitindo que um diagrama de Venn seja desenhado para cada dado.

6. RESULTADOS

6.1 Pluviometria

Durante o presente o estudo, o índice pluviométrico na região do reservatório, teve uma média equivalente a $X = 67,9$ mm (DP = 39,5), sendo os meses de março à julho, os que apresentaram maiores precipitações (Figura 2). Sendo observada diferença significativa para a pluviometria ao longo do período.

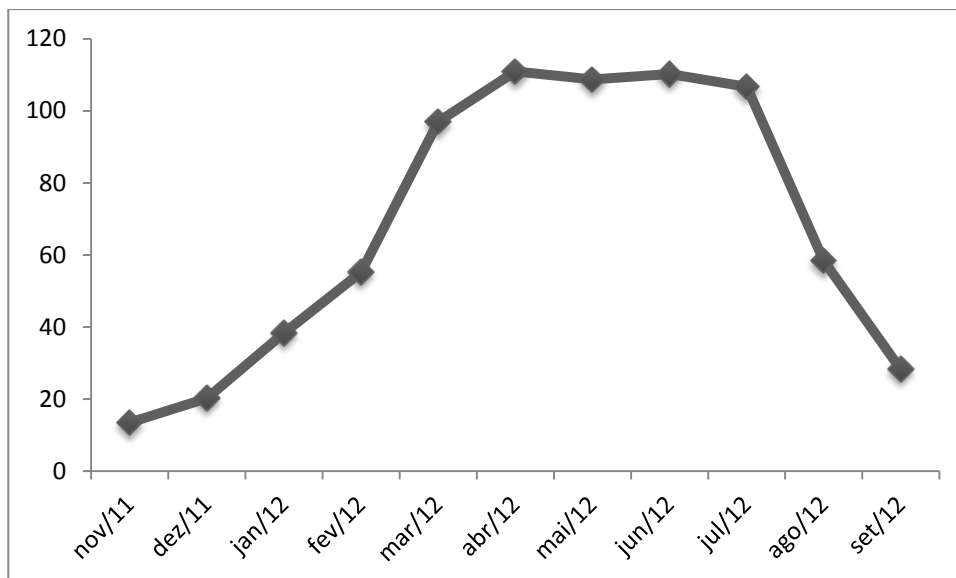


FIGURA 2. Valores pluviométricos de novembro/2011 a setembro de 2012.

6.2 Características Limnológicas

Foram registradas diferenças significativas na transparência da água entre as estações, onde a penetração de luz foi baixa na estação à montante, e moderada na estação limnética e jusante (Tabela 2).

A temperatura na água do reservatório variou de 22 a 27°C ocorrendo diferenças significativas em relação às estações de coleta ($p=0,00583$), onde a estação à montante ($X=24,5^{\circ}\text{C}$; $DP=1,27$), estação à jusante ($X= 25,89^{\circ}\text{C}$; $DP=1,24$), estação limnética ($X=26,03^{\circ}\text{C}$; $DP=1,01$). Em geral, a água do reservatório foi termicamente quente e alcalina, com pH médio variando de 7,69 a 7,87, sendo mais elevado na estação limnética (Tabela 2).

Em relação ao oxigênio dissolvido, as concentrações médias foram baixas, onde na estação à montante observou-se $6.35 \mu\text{g.L}^{-1}$, estação limnética $3.16 \mu\text{g.L}^{-1}$ e estação à jusante: $0.93 \mu\text{g.L}^{-1}$, mostrando variação entre as estações de amostragem. A alcalinidade total foi mais elevada na estação limnética (E2), seguida pela estação jusante (E3) e montante (E1) (Tabela 2).

TABELA 2 - Valores médios das variáveis analisadas em campo entre as três estações de amostragem, onde; X: médias e DP: Desvio Padrão.

	Estação 1		Estação 2		Estação 3		<i>p</i>	LSD
	X	D.P	X	DP	X	DP		
Transparência (m)	0,325	0,09	1,18	0,38	0,99	0,17	0,000001*	E1≠ (E2=E3)
Temperatura (°C)	24,50	1,27	26,03	1,01	25,89	1,24	0,00583*	E1≠ (E2=E3)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,35	2,63	3,16	0,67	0,93	1,32	0,00018*	E1≠ (E2=E3)
Condutividade elétrica (mS/cm)	1,57	0,65	1,39	0,15	1,46	0,11	0,68153	-
Alcalinidade (mgCaCO ₃)	42,90	22,39	45,40	9,64	44,71	10,56	0,90305	-
Ph	7,69	0,15	7,60	0,39	7,87	0,50	0,72542	-
Fósforo Total (µg/L)	463,00	202,23	710,83	272,82	763,00	252,30	0,05899	-
Ortofosfato (µg/L)	278,08	237,85	831,00	539,01	875,93	690,94	0,03387*	E1≠ (E2=E3)
Nitrogênio Total (µg/L)	1722,68	674,23	1651,25	481,48	1688,52	227,22	0,94075	-
Nitrito (µg/L)	39.993	41.471	30.461	11.258	14.756	64.415	0,32357	-
Nitrato (µg/L)	57.863	30.925	103,05	40.924	73.628	29.314	0,02927*	(E1≠E2)=E3
Amônia (µg/L)	57,86	30,93	106,25	39,89	73,63	29,31	0,81525	-

Fonte: Própria (2012).

Não foram observadas diferenças significativas entre as estações no que diz respeito às concentrações de nutrientes nitrogenados e fosfatados, exceto para o ortofosfato (PO₄) e nitrato (Tabela 2).

A concentração de nitrogênio total no reservatório não exibiu diferenças significativas entre as estações ($p=0,9$). Dentre os nutrientes nitrogenados inorgânicos, o amônio e o nitrato foram os que mais contribuíram para a porção inorgânica. A distribuição de amônio foi elevada em todo o período estudado. As estações à limnética e à jusante apresentaram valores médios de amônio superiores a estação montante. O nitrato apresentou distribuição significativa ($p=0,02$) entre as estações, apresentando média máxima na estação limnética 103,05 $\mu\text{g/L}$, e média mínima na estação montante (57.863 $\mu\text{g/L}$). Dos nutrientes da serie nitrogenada, o nitrito apresentou a menor concentração, seu valor médio mínimo foi registrado na estação à jusante 14,756 $\mu\text{g/L}$, e o máximo na estação à montante 39,99 $\mu\text{g/L}$. (Tabela 2)

Não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de fósforo total entre as estações ($p=0,05$). Durante o estudo, foram verificadas alterações nas concentrações de ortofosfato com diferenças significativas entre as estações ($p=0,03$). Os maiores valores médios da concentração de ortofosfato foram verificadas nas estações limnética e jusante, e o seu valor mínimo foi registrado na estação à montante (Tabela 2).

6.3. Comunidade Fitoplanctônica

O registro taxonômico da comunidade fitoplanctônica foi composto por 46 táxons genéricos e infra - genéricos distribuídas em 6 classes taxonômicas, Cyanophyceae (40%), Bacillariophyceae (26%), Chlorophyceae (20%), Euglenophyceae (13%), Chlamydomonadales e Zygnemaphyceae (1%). (Tabela 3)

As espécies *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Limnothrix sp.*, *Nostoc piscinale*, *Nitzschia palia*, *Aulacoseira distans*, *Frustulia sp.*, foram exclusivas das estações à montante e à limnética; as *Oocystis borgei*, *Oscillatoria limosa*, *Aphanizomenon gracile*, *Cuspidothrix tropicalis* e *Stauroneis sp.* foram específicas na estação limnética; na estação à montante foram peculiares as *Aulacoseira granulata*, *Achnantes hungarica*, *Nupela cymbelloidea* e *Fallacia monoculata*; e *Eudorina sp.* foi característica nas estações limnética e à jusante. E as demais espécies ocorreram nos três locais de coleta, como mostra a tabela 3.

TABELA 3 Espécies fitoplanctônicas do Açúde Bodocongó durante o período de novembro de 2011 a setembro de 2012, nas três estações de amostragem.

Táxon	Estação 1	Estação 2	Estação 3
CLASSE			
CYANOPHYCEAE			
<i>Coelomorom sp.</i>	X	X	X
<i>Planktothrix isoethrix</i>	X	X	X
<i>Microcystis sp.</i>	X	X	X
<i>Merismopedia sp.</i>	X	X	X
<i>Dolichospermum circinalis</i>	X	X	X
<i>Planktolyngbya limnética</i>	X	X	X
<i>Spirulina sp.</i>	X	X	X
<i>Gleiterineima amphibium</i>	X	X	X
<i>Oocystis borgei</i>		X	
<i>Aphanocapsa incerta</i>	X	X	X
<i>Chroococcus dispersus</i>	X	X	X
<i>Lyngbya sp.</i>	X	X	X
<i>Cilindrospermopsis raciborskii</i>	X		X
<i>Limnothrix sp.</i>	X		X
<i>Oscillatoria limosa</i>		X	
<i>Aphanizomenon gracile</i>		X	
<i>Cuspidothrix tropicalis</i>		X	
<i>Nostoc piscinale</i>	X		X
CLASSE			
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	X	X	X
<i>Navicula sp.</i>	X	X	X
<i>Aulacoseira granulata</i>	X		
<i>Nitzschia palia</i>	X		X
<i>Achnantes hungarica</i>	X		
<i>Nupela cymbelloidea</i>	X		
<i>Fallacia monoculata</i>	X		
<i>Aulacoseira distans</i>	X	X	
<i>Frustulia sp.</i>	X		X
<i>Stauroneis sp.</i>		X	
CLASSE			
CHLOROFYCEAE			
<i>Monoraphidium minutum</i>	X	X	X
<i>Selenastrum sp.</i>	X	X	X
<i>Crucigenia sp.</i>	X	X	X
<i>Scenedesmus sp.</i>	X	X	X
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	X	X	X
<i>Aktinastrum sp.</i>	X	X	X
<i>Desmodesmus sp.</i>	X		X
<i>Kirchneriella diana</i>	X	X	X
<i>Micractinium pusillum</i>	X	X	X

CLASSE			
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Trachelomonas</i>	X	X	X
<i>volvocinopsis</i>			
<i>Phacus longicauda</i>	X	X	X
<i>Euglena oxyuris</i>	X	X	X
<i>Euglena acus</i>	X	X	X
<i>Euglena caudata</i>	X	X	X
<i>Lepocinclis salina</i>	X	X	X
<i>Lepocinclis ovum</i>	X	X	X
CLASSE			
CHLAMYDOPHYCEAE			
<i>Eudorina sp.</i>		X	X
CLASSE			
ZYGNEMAPHYCEAE			
<i>Closterium parvulum</i>	X	X	X

A riqueza de espécies desse ecossistema variou de 6 à 24 táxons no decorrer do estudo, sendo verificados maiores valores de riquezas na estação à jusante (24 ± 8 táxons), e a menor riqueza na estação limnética (18 ± 6 táxons). Não sendo constatadas diferenças significativas entre as estações ($F=1,06$; $p=0,35$). Houve elevada riqueza das cianofíceas nas três estações de amostragem, seguida das clorofíceas e as diatomáceas. (Figura 3)

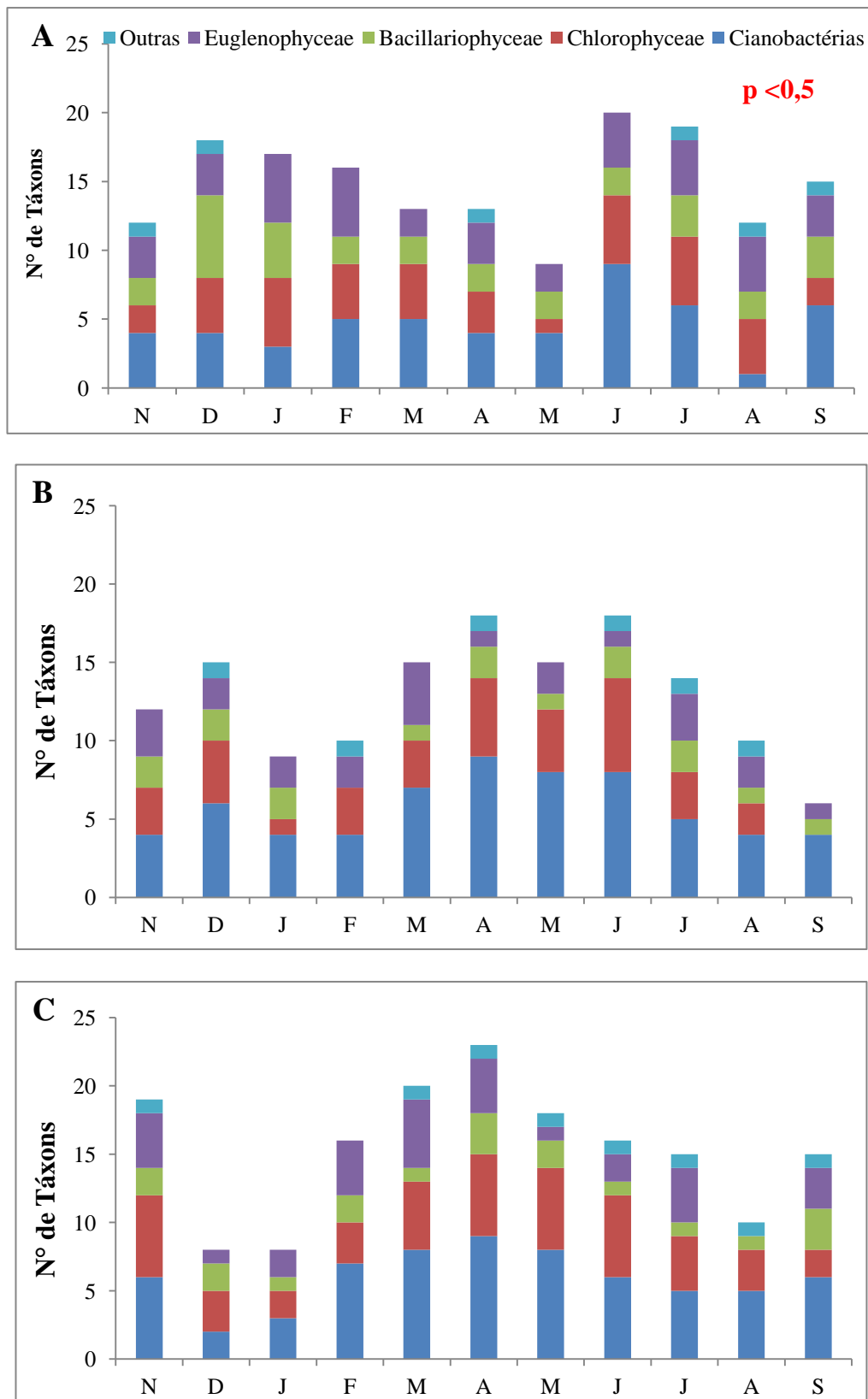


FIGURA 3 Riqueza total de espécies fitoplantônicas no Reservatório Bodocongó, na estação 1 (A), estação 2 (B) e estação 3 (C) no período de novembro de 2011 a setembro de 2012.

Cianobactérias apresentou a maior riqueza em todas as estações (9 ± 1 táxons), principalmente na estação limnética onde apresentou o maior número de táxons (9 ± 4 táxons). Variações sazonais na divisão Chlorophyta foram verificadas, sendo esta a segunda divisão com maior riqueza nos lagos (6 ± 0 táxons), nos meses nov/11, abr/12, jun/12 e jul/12 ocorreu maior riqueza dessa classe, e nos meses de jan/12, maio/12 e set/12 foram observadas menores riquezas. (Figura 3)

Densidade algal variou 6347-22429 ind/mL⁻¹, sendo os maiores valores observados para a estação à jusante (8869 ± 19682 ind/mL⁻¹), seguida da limnética (6589 ± 15.834 ind/mL⁻¹) e à montante (6.399 ± 17.467 ind/mL⁻¹), no entanto, diferenças significativas não foram observadas ($F=0,05$; $p=0,94$; $p<0,1$). Sendo a estrutura formada principalmente por Cianobactérias e Clorófitas. As maiores densidades na estação à montante foram verificadas nos meses de mai/12, jan/12 e jun/12, estando as menores densidades registradas especialmente em dez/11 e set/12 (Figura 3). Nas estações limnética e à jusante as maiores densidades foram verificadas entre os meses de mai/12 à jul/12. (Figura 4)

De acordo com a ANOVA, a densidade fitoplanctônica em função dos meses pode-se verificar que houve diferença significativa entre os meses amostrados ($F:4.80$; $p:0.00142$). Na estação à montante, durante os meses de novembro, março, abril, maio, junho, julho e setembro houve a dominância de cianobactérias, no mês dezembro as diatomáceas, nos meses de janeiro e fevereiro foram as euglenófitas, e no mês de agosto clorófitas. Na estação limnética, as cianobactérias dominaram por todo o período de estudo. E na estação à jusante, no mês de dezembro houve dominância de clorófitas, e nos demais meses, as cianobactérias foram dominantes.

As classes fitoplanctônicas mais abundantes em relação à densidade no açude Bodocongó foram as Cianobactérias nas estações limnética e à jusante, sendo as espécies *Planktothrix isothrix*, *Planktolyngbya limnética*, *Microcystis sp.*, *Dolichospermum circinalis*, as mais representativas e as diatomáceas na estação à montante, sendo as espécies *Cyclotella meneghiniana* e *Navícula sp.* as mais abundantes. Nos três pontos de amostragem observou a presença de Chlorococcales (*Monoraphidium minutum*, *Crucigenia sp.*, *Scenedesmus sp.*) e euglenófitas (*Trachelomonas volvocinopsis*, *Phacus longicauda*).

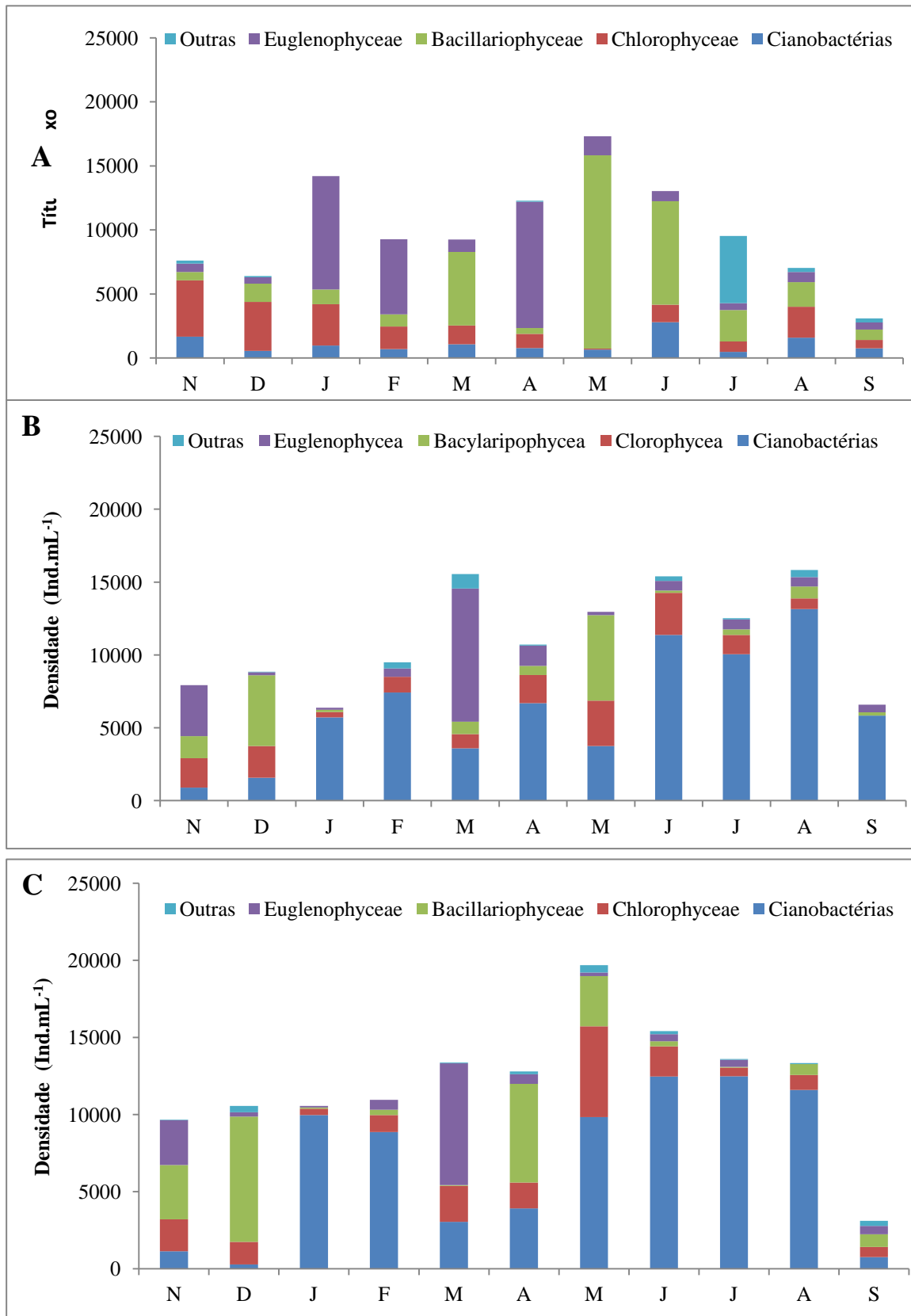


FIGURA 4 Densidade total das espécies fitoplantônicas no reservatório Bodocongó na estação 1 (A), estação 2 (B) e estação 3 (C), no período de novembro de 2011 a setembro de 2012.

Houve elevada densidade de cianobactérias em todo período estudado, na estação à montante houve dominância de cianobactérias nos meses de agosto e setembro, representado pela espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, nos meses de novembro e dezembro foi *Crucigenia sp.*, nos meses de janeiro, fevereiro e abril houve dominância das euglenófitas *Phacus longicauda* e *Trachelomonas volvocinopsis* respectivamente, em maio e junho a diatomácea *Cyclotella meneghiniana*, e no mês de agosto o táxon *Closterium parvulum* (Figura 4A)

Na estação limnética, houve dominância de cianobactérias filamentosas: *Aphanizomenon gracile*, *Dolichospermum circinalis*, *Planktolyngbya limnetica*, *Planktothrix isothrix* nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho, agosto e setembro, no mês de março houve dominância da euglenófitas *Trachelomonas volvocinopsis*, o táxon *Cyclotella meneghiniana* ocorreu nos meses de novembro, dezembro, abril e maio (Figura 4B).

Na estação à jusante, nos meses de novembro, dezembro e abril o táxon *Cyclotella meneghiniana* foi dominante, no mês de março a euglenófitas *T. volvocinopsis*, e nos demais meses foram dominantes espécies de cianofíceas filamentosas: *A. gracile*, *D. circinalis*, *P. limnetica* e *P. isothrix*. (Figura 4C)

O índice de diversidade de Shannon-Weaver, não apresentou diferenças significativas em relação à diversidade de espécies entre as estações. A estação à montante apresentou $X=1,58 \text{ bit.ind}^{-1}$ (DP= 0,35) (Figura 5A), estação limnética $X=1,51 \text{ bit.ind}^{-1}$ (DP=0,43) (Figura 5B), e a estação à jusante mostrou uma diversidade $X=1,49 \text{ bit.ind}^{-1}$ (DP=0,51) (Figura 5C). A equidade do reservatório compareceu diferenças significativas entre as estações de amostragem, onde a estação montante exibiu $X=0,58\%$ (DP=0,11), a estação limnética $X=58,97\%$ (DP=12,33) e a estação à jusante $X=54,08\%$ (DP=16,05). No entanto, $E1 \neq (E2=E3)$ logo a diferença entre as estações limnética e jusante não foram significativas, mas em contrapartida, a equidade da estação à montante obteve significativa diferença em relação à limnética e à montante.

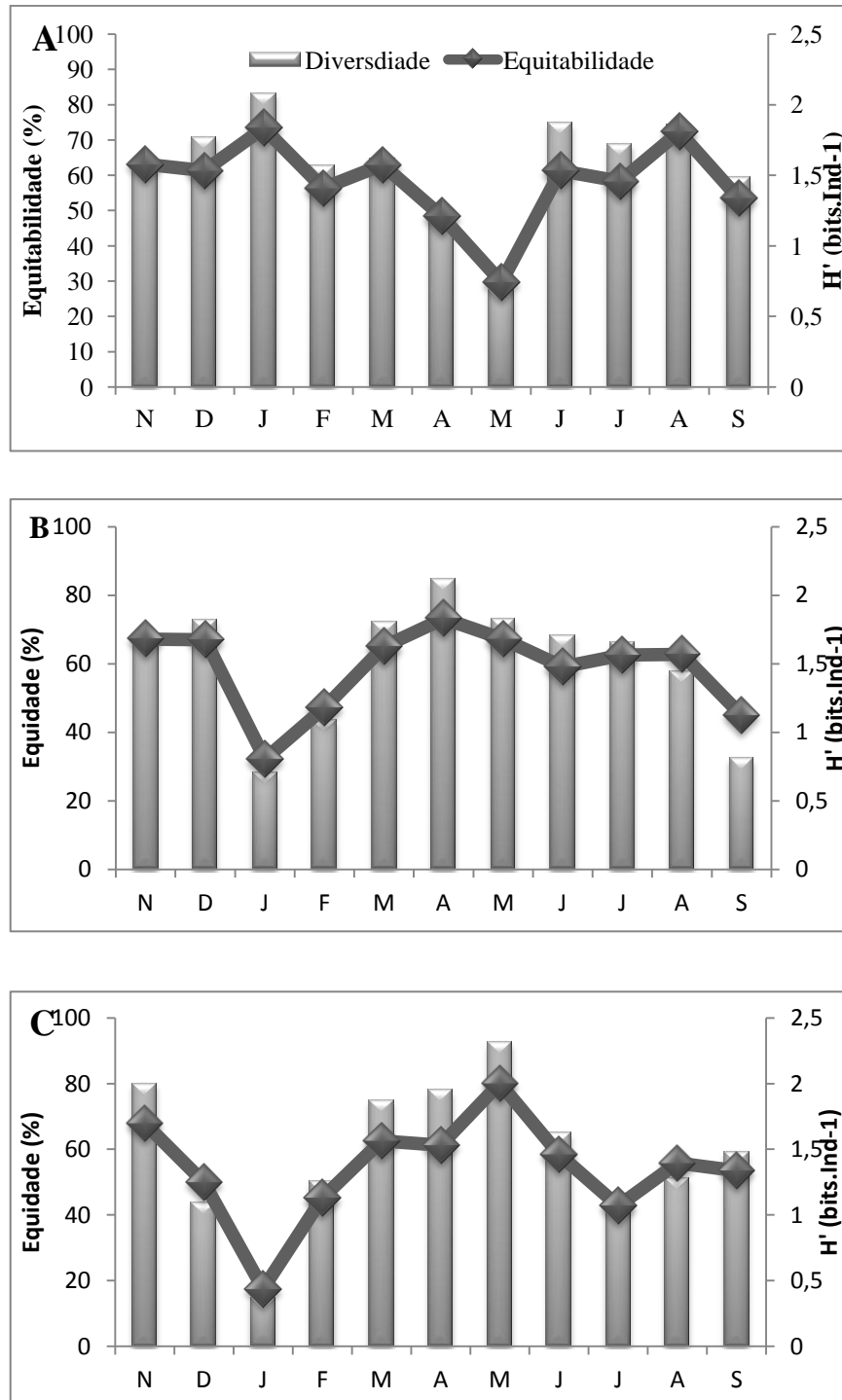


FIGURA 5 Diversidade e equitabilidade na estação à montante (5A), estação limnética (5B) e estação jusante (5C), durante o período de estudo (novembro de 2011 a setembro de 2012).

6.4. Análise de Componentes Canônicos

A percentagem da variação total explicada dos dados de espécies e a soma de todos os valores próprios canônicos a cada passo do método é apresentado na Tabela 4.

TABELA 4: Resumo de restrição parcial e análises de correspondência canônica para os dados sobre a densidade de nove espécies da comunidade fitoplanctônica.

Passo em análises	Soma dos autovalores canônicos	Variação explicada (%)	p
[1]	0.26	51.47	0.006
[2]	0.09	17.42	0.002
[3]	0.18	34.83	0.348
[4]	0.21	40.70	0.028
[5]	0.24	47.16	0.01
[6]	0.17	32.29	0.136
[7]	0.04	6.85	0.092
[8]	0.09	17.61	0.002
[9]	0.01	2.74	0.504
[10]	0.16	30.53	0.176
[11]	0.18	35.03	0.118
[12]	0.14	26.42	0.148

A Figura 6 ilustra a importância relativa dos vários processos que controlam a variação da comunidade fitoplânctônica no reservatório. A percentagem de variação explicada total (Ω) foi calculado como 84.7%, em consequência da variação inexplicada, U, foi de 15,2%. Em geral, a maior variação em dados da comunidade fitoplânctônica foi explicada pela componente ambiental e temporal (Figura 6). Isto significa que os processos que regulam a distribuição de abundância de espécies têm uma componente temporal e ambiental estruturante significativa.

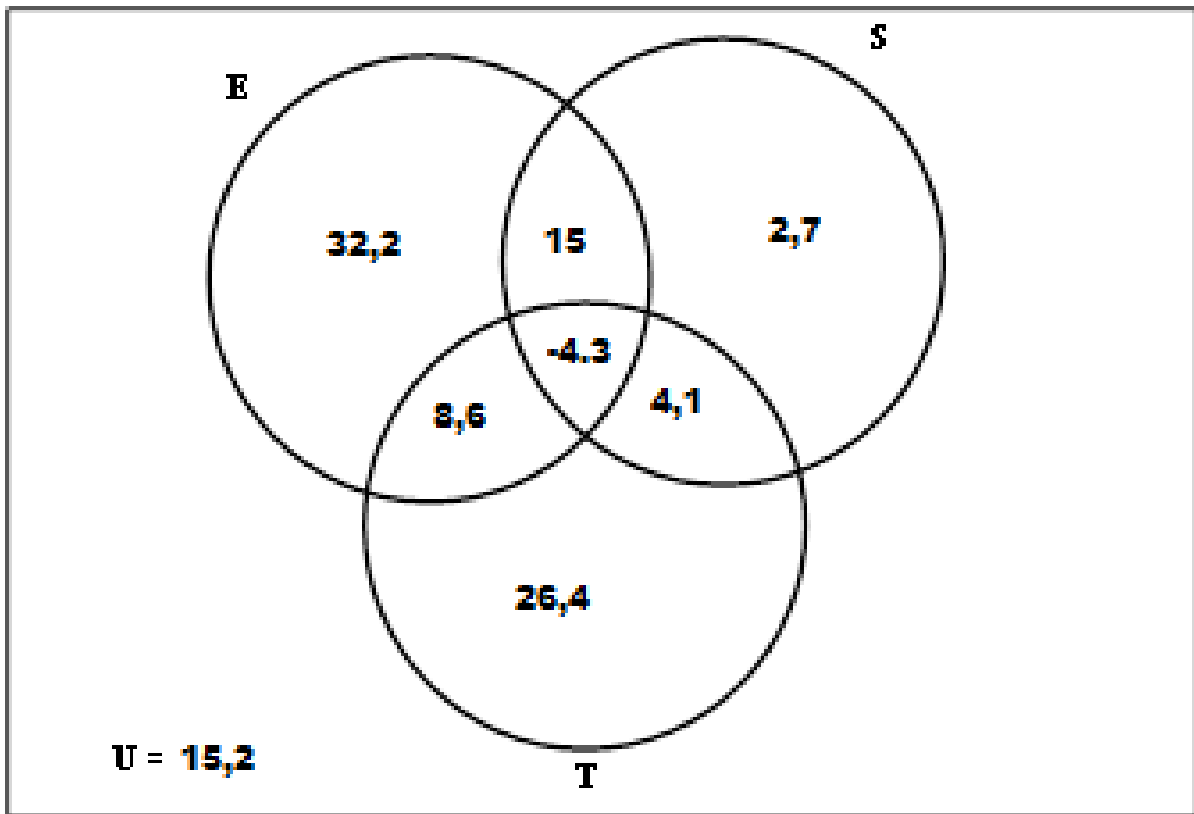


FIGURA 6: Um diagrama de Venn mostrando o particionamento de variação (%) de acordo com tres conjuntos de variáveis independentes, ambiental (E), temporal (T) e espacial (S).

A influência dos factores ambientais sobre a abundância das espécies estão representados na Figura 7. O diagrama de ordenação, mostra os dados de segregação da estação à montante (E1) na parte positiva do eixo I, que foi associado a maiores valores de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, NO_2 e a densidade das espécies *Lyngbya* e *Phacus longicauda*. Na parte negativa do eixo 1 e 2 segregaram-se os pontos de amostragem da estação à jusante (E3) sendo associada com maior transparência e PO_4 , correlacionados com alta densidade de *Planktolynghya*, *Monoraphidium minutum*, *Crucigenia sp.* e *Cyclotella meneghiniana*. Na porção positiva do eixo II é observada segregação dos casos relativos a estação limnética (E2) com concentrações de NO_3 , Pt, pH e Alcalinidade, com alta densidade de *Planktothrix*, *Anabaena circinalis* e *Phacus longicauda*. A análise de componentes canônicos foi realizada com as espécies que apresentaram mais de 5% da densidade total.

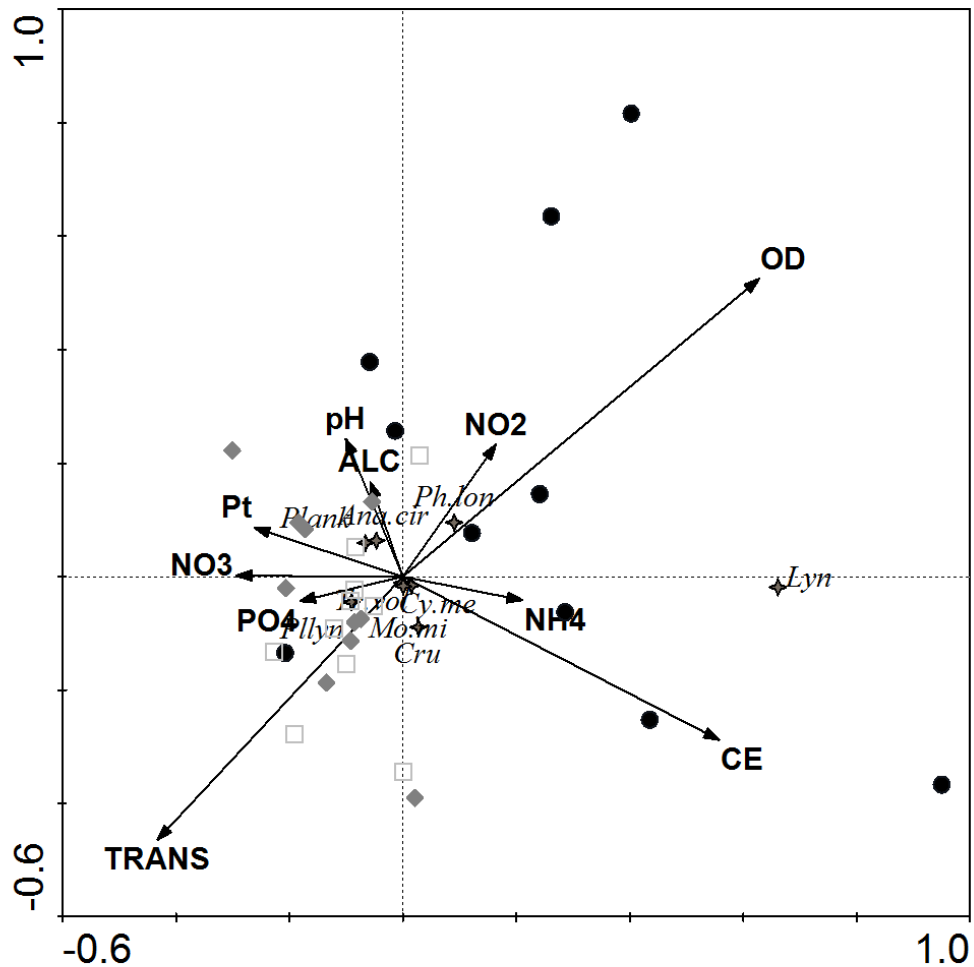


FIGURA 7. Diagrama de Ordenação pela CCA das unidades amostrais no reservatório Bodocongó nas estações de amostragem E1 (●), E2 (■) e E3 (□), geradas a partir de 10 variáveis ambientais e 8 componentes da comunidade fitoplanctônica. Variáveis ambientais: Transparência (TRANS), pH (pH), nitrito (NO₂), amônia (NH₄), nitrato (NO₃), ortofosfato (PO₄), fósforo total (PT), alcalinidade (ALC), oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica (CE). Componentes da comunidade fitoplanctônica: *Lyngbya sp.* (Lyn), *Phacus longicauda* (Ph. lon), *Planktolynbya limnetica* (Pllyn), *Monoraphidium minutum* (Mo.mi), *Crucigenia sp.* (Cru), *Cyclotella meneghiniana* (Cy.me), *Planktothrix isothrix* (Plank) e *Anabaena circinalis* (Ana.cir). ◇

A variação dos dados de abundância deixados após a remoção do efeito dos fatores ambientais é mostrado na Figura 8. O diagrama mostra a ordenação da distribuição temporal das espécies nos reservatórios. O lado positivo do eixo II mostra a segregação a estação montante (E1) em relação aos meses de Março e Agosto estando-os correlacionados com as altas densidades de *Lyngbya* e *Planktothrix*. O lado negativo do eixo I mostra uma segregação da Estação limnética (E2) em relação aos meses de Maio e Dezembro e as altas densidades de *Cyclotella meneghiniana* e *Crucigenia sp.* Um grupo central em torno da intersecção dos dois

eixos foram identificados como espécies de ampla distribuição temporal, e não apresentando relação aos eixos canônicos formadas, entre elas destacam-se *Planktolyngbya*, *Monoraphidium minutum*, *Anabaena circinalis* e *Trachelomonas volvocinopsis* (Figura 8).

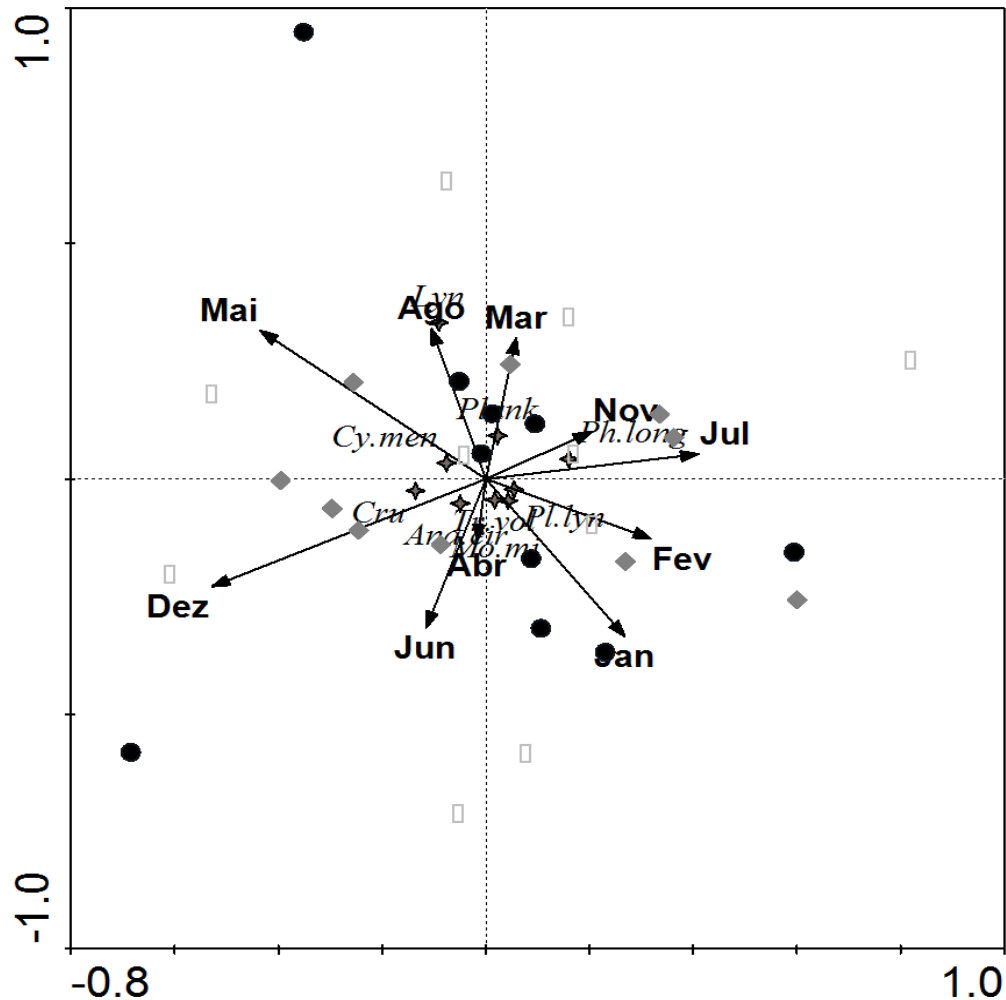


FIGURA 8. Diagrama de Ordenação pela CCA das unidades amostrais no reservatório Bodocongó nas estações de amostragem E1 (●), E2 (■) e E3 (□), geradas a partir de 10 variáveis temporais e 8 componentes da comunidade fitoplanctônica. Variáveis temporais: novembro (NOV), dezembro (Dez), janeiro (Jan), fevereiro (Fev), março (Mar), abril (Abr), maio (mai), junho (Jun), julho (Jul) e agosto (Ago). Componentes da comunidade fitoplanctônica: *Lyngbya* sp. (*Lyn*), *Phacus longicauda* (*Ph. lon*), *Planktolyngbya limnetica* (*Pllyn*), *Monoraphidium minutum* (*Mo.mi*), *Crucigenia* sp. (*Cru*), *Cyclotella meneghiniana* (*Cy.me*), *Planktothrix isothrix* (*Plank*) e *Anabaena circinalis* (*Ana.cir*).

7. DISCUSSÃO

Os processos bióticos que determinam a abundância e a distribuição das espécies é uma questão central da ecologia. Os padrões de distribuição espaciais e temporais do fitoplâncton são resultados de complexos relacionamentos ecológicos entre as espécies, estando limitados pelas características ambientais de cada ecossistema e por sua composição, os quais estabelecem mecanismos de consistentes variações espaço-temporais no uso do espaço limitado (BROWN, 2002).

Lagos rasos ou pouco profundos têm condições favoráveis à ressuspensão de nutrientes depositados no sedimento (HENRY, 1999) principalmente quando o fundo for artificial (recoberto por concreto). Este fato associado com altos níveis de penetração de luz resulta num aumento da densidade do fitoplâncton. A alta concentração de nutrientes também é um grande estímulo para o incremento da produção primária do fitoplâncton, principalmente em ambientes lênticos (HAPPEY, 1998). A baixa qualidade da água deve estar relacionada com o desenvolvimento de algumas espécies dominantes verificadas neste estudo: *Planktothrix isoethrix*, *Planktolyngbya limnética*, *Merismopedia sp.*, , parâmetro similar ao observado por Santos & Rocha (SANTOS, 1999) estudando rios urbanos.

As chuvas tem uma forte influencia na composição das espécies fitoplanctônicas e na densidade total. Uma vez que atua como fator diluidor, e ao mesmo tempo um fator de perturbação das comunidades aquáticas. No açude Bodocongó, no período de maior precipitação (março/11 a julho/11) houve aumento na riqueza das classes cianofíceas e clorofíceas nas três estações de amostragem. Em relação à densidade, região à montante, houve aumento na densidade de diatomáceas, e nas estações limnética e à jusante houve aumento das cianobactérias. Em relação à diversidade e a equitabilidade no período de maior precipitação, o reservatório não apresentou variação significativa.

Esteves (1998), relata que as comunidades aquáticas podem interferir nos valores de pH do meio através de assimilação do CO₂ durante o processo fotossintético, quando as algas podem elevar o pH do meio, onde ocorrem florações de algas e crescimento de densas comunidades de macrófitas aquáticas submersas. No açude em estudo, o pH variou de médio a alcalino, sendo esse associado as concentrações da ficoflórula e ao processo fotossintético devido as florações de cianofíceas registradas.

As concentrações de fósforo total, nitrogênio total e a transparência da água são variáveis muito utilizadas como indicadores de eutrofização. Em lagos de zonas úmidas temperadas, o fósforo é o principal nutriente limitante à produção primária e suas

concentrações na água são altamente correlacionadas com a biomassa de algas (DILLON & RIGLER, 1974; OECD, 1982). Por outro lado, Thornton & Rast (1989, 1993) relataram que reservatórios de zonas semiáridas respondem diferentemente à eutrofização quando comparados com lagos de zonas úmidas, de onde se originaram os conceitos clássicos da eutrofização. Desta forma, as funções de força que interferem na dinâmica limnológica podem não ser semelhantes para lagos e reservatórios e, por conseguinte, as respostas dos sistemas ao enriquecimento de nutrientes podem ser diferentes (THORNTON, 1990; TUNDISI et al. 1990).

As concentrações de fósforo, nitrogênio para o ambiente estudado apresentaram valores a cima do indicado nas normativas do CONAMA 357/05, a mesma fundamenta que para que um curso de água doce esteja na Classe 3 - que é destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais - é recomendado que as concentrações de fósforo total seja inferior a $50 \mu\text{g.L}^{-1}$, pH entre 6,0 e 9,0 e Oxigênio Dissolvido não inferior que 4mg.L^{-1} (CONAMA, 2005). Thornton & Rast (1993) propuseram que concentrações superiores a $60 \mu\text{g/l}^{-1}$ de fósforo total são indicativas de estado eutrófico em reservatórios de zonas semiáridas, pois nesses ambientes a biomassa de algas seria mais limitada por luz do que por fósforo.

O açude Bodocongó é utilizado pela população entorno para as atividades humanas como o abastecimento público, uso industrial, navegação, recreação e aquicultura. A crescente degradação dos recursos hídricos causada por ações antropogênicas tem como consequência o aumento da eutrofização dos corpos aquáticos pelo enriquecimento de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, que produz profundas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio, tornando a água imprópria ao consumo humano, e aumentando a incidência de florações de microalgas e cianobactérias (ESTEVES, 2011).

O açude Bodocongó apresentou altos níveis de nitrogênio e fósforo. Esses são os principais nutrientes que influenciam a produtividade na água doce. Diante disso, no estudo realizado por Monteiro *et al.* (2012), as análises demonstraram que a água do reservatório encontra-se altamente degradada com alteração na cor e odor, levando ao desequilíbrio ecológico. Esta situação deve ser considerada como uma grave ameaça à saúde pública, uma vez que a exposição prolongada a microcistinas pode levar a uma maior incidência de doenças a população que utiliza desse reservatório para fins pessoais e domésticos.

Segundo Moura *et al*, (2012), num estudo realizado para avaliar o estado trófico do reservatório Bodocongó, através das concentrações de fósforo, o mesmo foi considerado como hipereutrófico.

A classe fitoplanctônica que foi mais bem representada no período deste estudo foi a Cianobactéria concordando com os resultados dos nutrientes, indicando o estado de trófico do reservatório, como resposta bastante comum aos processos de eutrofização (FERRÃO-FILHO *et al*, 2009). Florações de cianobactérias foram relacionadas à ocorrência de estratificações térmicas associadas a variações na transparência da água, disponibilidade de nitrogênio, ortofosfato e a pressão de herbivoria do zooplâncton.

Cyanophyceae foi a classe de maior abundância no período sendo registradas elevadas densidades de espécies potencialmente tóxicas, tais como *Dolichospermum circinalis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis sp.*, *Planktothrix isoethrix*, *Planktolyngbya limnetica*, *Merismopedia sp.*. De acordo com Reynolds (1988), as características marcantes que podem influenciar a dominância das cianobactérias nos ecossistemas aquáticos podem estar relacionadas à tolerância desses organismos as condições ambientais daqueles ambientes.

A Bacillariophyta *Cyclotella meneghiniana*, as Cyanophytas *Oscillatoria limosa* e a *Gleiterineima amphibium* estão diretamente relacionadas com as macrófitas e associado com as unidades de amostragem. O Cyanophyta *Dolichospermum circinalis*, *Chroococcus dispersus*, *Cylindrospermopsis raciborskii.*, *Merismopedia sp.*, o Chlorophyta *Monoraphidium contortum* e *Scenedesmus sp.* e a Euglenophyta *Trachelomonas volvocinopsis* foram inversamente relacionada com a transparência da água e macrófitas e associado com a unidade de amostragem, corroborando com Barros (2001).

Observou-se forte ocorrência de algumas espécies de diatomáceas ao longo do estudo, como: *Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira granulata*, *Navícula sp.*, *Nitzschia sp.* Durante os períodos de maior índice de precipitação observaram-se eventos de euglenofíceas (*Trachelomonas volvocinopsis*, *Phacus longicauda*, *Lepocinclis salina*). Valem destacar também a elevada densidade de cianobacterias filamentosas, especialmente as espécies *Aphanizomenon gracile*, *Planktolyngbya limnética*, *Planktothrix isoethrix* e *Cilindrospermopsis raciborskii* que apresentaram dominância pontual nos meses de janeiro e fevereiro, julho, agosto e setembro respectivamente. Além das espécies coloniais: *Microcystis sp.*, *Merismopedia sp.* legitimando com Padisak (2009).

De acordo com Lopes et al. (2005), a estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica pode ser caracterizada pelos seus índices de diversidade, os quais são determinados pelo número de espécies presentes, suas propriedades fisiológicas e potencial genético, além de fatores ambientais físicos e químicos, ação de pastoreio e parasitismo. O Índice de Shannon-Weaver é um dos mais utilizados. Este Índice expressa a diversidade como resultado recíproco da riqueza de espécies e da equitabilidade entre elas e ressalta a importância de se diferenciar estas duas variáveis e seus efeitos ecológicos (ODUM, 1972; RAMIREZ, 1996).

Segundo Margalef (1972), uma diversidade específica acima de 2,5 bits ind⁻¹ é um valor elevado. Nesse contexto, as diversidades específicas, nas estações variaram de 0,3634 a 2,555 bit.ind⁻¹, em média podem ser consideradas moderado, pois estão no limite deste valor. A aplicação do índice de Shannon-Weaver apontou um caráter de similaridade entre as estações, visto que não ocorreram diferenças significativas entre as diversidades observadas.

O índice de equitabilidade é considerado indicativo de uniformidade na distribuição das espécies no local avaliado e reflete o grau de organização da comunidade, a variação percentual de seus componentes e o distanciamento desta comunidade e de outra com espécies equitativamente representadas (BICUDO *et al.* 1999). No presente estudo, os baixos valores de riqueza específica e equitabilidade, nas três estações, podem estar relacionados ao fato de que a alta densidade de cianobactérias e sua baixa coexistência com espécies de outros grupos taxonômicos, ampliam a taxa de dominância específica, reduzindo o número de táxons e, conseqüentemente, à equitabilidade da comunidade fitoplanctônica.

Os dois primeiros eixos da CCA correspondem à variabilidade das variáveis ambientais. O teste de Monte Carlo revelou que os eixos 1 e 2 foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$), o que indica impossibilidade de acontecimentos ao acaso e representa firmemente as relações existentes entre as variáveis ambientais e as espécies do fitoplâncton.

As análises de CCA demonstrou que os fatores ambientais foram determinantes para a ocorrência das espécies observadas. *Lyngbya sp.* e *P. longicauda* que foram associados à alta concentração de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e nitrito, legitimando com Becker, *et al* (2009) que essas são características fundamentais para o aumento rápido da densidade dessas espécies. *Phacus longicauda* também esteve associada a concentrações de nitrato, fósforo total, pH e alcalinidade. A presença de *P. isothrix*, *D. circinalis* no reservatório pode ser atribuído à concentração de nitrato, fósforo total, pH e alcalinidade, corroborando com Pinto *et al.* (2007), que confirma que as espécies *Planktothrix isothrix*, *Spirulina sp.* e *Oscillatoria limosa* presentes no Açúde Bodocongó, são característicos de ambientes com

altos níveis de nutrientes , ambientes misturados túrbidos e rasos, a baixa disponibilidade de luz (PINTO et al. 2007; PADISÁK et al. 2009). Sendo esses caracterizado por filamentos solitários, finos e principalmente foto adaptativos que florescem em lagos misturados, são sensitivos ao fluxo e tolerantes à condições de deficiência de luz (REYNOLDS et al. 2002). Eles podem desenvolver com êxito sob pouca radiação fotossintética por possuírem ficobilinas, juntamente com outras características morfológicas e fisiológicas (PINTO et al. 2007). A elevada transparência da água e o alto teor de ortofosfato, mostrou relação com a ocorrência das espécies *P. limnética*, *M. minutum*, *Crucigenia sp.* e *C. meneghiniana*.

Devido às densidades da flora fitoplanctonica mudar ao longo do tempo e do espaço, nenhuma população tem estrutura estática. As espécies assumem diferentes papéis nas comunidades, e suas abundancias relativas refletem como elas se ajustam na teia completa de interações dentro da comunidade (FRANÇA, 2007). Os conjuntos de espécies também mudam com o tempo, seja em resposta as perturbações, ou após alguns processos dinâmicos intrínsecos do ambiente (RICKLIFES, 2003). Como observado na análise de CCA, ocorreram modificações na densidade das espécies nas estações E1, E2 e E3 no decorrer do estudo. Na estação E1 foi observadas altas densidades das espécies de cianobactérias filamentosas: *P. isothrix* no mês de março e a espécie *Lyngbya limnetica*, no mês de agosto. Na estação E2, altas densidades das espécies fitoplanctônicas: a diatomácea *Cyclotella meneghiniana* no mês de maio, e a clorofícea *Crucigenia sp.* no mês de dezembro. E os táxons *P. longicauda*, *T. volvocinopsis*, *M. minutum*, *P. limnetica*, *A. circinalis* estiveram presentes em todos os meses de amostragem. No entanto, houve uma diferença na distribuição temporal das espécies ao longo do estudo nas estações E1, E2 e E3.

8. CONCLUSÃO

Os fatores ambientais demonstraram forte influencia na comunidade fitoplanctonica. Em relação às características limnológicas relacionadas com as concentrações do fósforo total e nitrogenio representaram valores acima do permitido segundo as leis que regem o CONAMA. Sendo o mesmo classificado como hipereutrófico. Com relação às comunidades fitoplanctônicas concluímos que o estado de trofia do reservatório corroborou com a composição fitoplanctônica destacando-se a classe das Cianobactéria, a qual foi melhor representada com a maior número de táxons, indicando estar relacionado com o estado trófico do reservatório.

9. REFERENCIAS

APHA, AWWA & WPCF. **Standard methods for the examination of waster and wastewater**. 20^a ed. Washington, APHA/AWWA/WPCF. 1998. 1193p.

BARBOSA, J. E. L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictmeral / sazonal) e de espaço (horizontal e vertical) no açude Taperoá II: trópico semiárido nordestino**. São Carlos, 2002. 201f. tese (Doutorado em Ecologia e Recursos naturais) – Centro de Ciências Biológica e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos.

BARBOSA, J.E.L. & MENDES, J.S., 2005. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos físicos e químicos das águas do Reservatório de Acauã, semi-árido paraibano**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, 10., 2004, Salvador. Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos: anais. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p. 339-360. Org. Sociedade Brasileira de Ficologia (Série Livros; 10).

BARROS, C.F.A; FARIA, V.R. **Composição do fitoplancton de 7 ambientes lóticos do médio rio doce – MG – com diferentes concentrações de matéria orgânica**. 2201. In: Congresso Brasileiro de Limnologia: Biodiversidade e Recursos hídricos, 8. João Pessoa. Resumos. 2001 p.137.

BECKER, V.; HUSZAR, V. L. M.; CROSSETTI, L. O. **Responses of phytoplankton functional groups to the mixing regime in a deep subtropical reservoir**. Hydrobiologia, v. 628, p.137–151, 2009.

BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, R.J. **A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water**. Journal of Marine Research, v.11, p.87-96, 1952.

BICUDO, C. E. M. et al. **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. Botucatu: FUNDIBIO; São Paulo: FAPESP, cap.15, 1999. p. 451 – 507.

BRANCO, S. M. 1986. **Hidrobiologia Aplicada à engenharia Sanitária**. 3^a edição, CETESB / ASCETESB, São Paulo.

CAMARGO, A.F.M.; ESTEVES, F.A. **Influence of water level variation on fertilization of na oxbow lake of Rio Mogi-Guaçu, state of São Paulo, Brazil**. Hydrobiologia, v. 299, p. 185-193, 1993.

CHALAR, Guillermo. **The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management**. Hoehnea, Uruguai, v. 35, n. 2, p.200-208, 08 abr. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução no 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, 18/03, p.58, 2005.

COSTA, I.A., et al. **Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir**. Braz. J. Biol. 66 (B). 2006. p. 211-219.

CROSSETTI, L. O.; BICUDO, C. E. De M. **Effects of nutrient impoverishment on phytoplankton biomass: a mesocosms experimental approach in a shallow eutrophic reservoir (Garças Pond), São Paulo, southeast Brazil.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 28, n. 1, p.95-108, jan. 2005.

DANTAS, Ê. W.; MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; NETO, J. D. T. A.; CAVALCANTI, A. D. C. **Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil.** Acta Botanica Brasilica, Brasil, v. 22, n. 4, p.970-982, 2008.

DILLON P.J. AND RIGLER F.H.. **The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes.** Limnology and Oceanography, v. 19, p. 767-772, 1974.

EHRENHAUS, C.; VIGNA, M. S.. **Changes in the phytoplankton of Lake Planetário after a restoration process.** Darwiniana, Buenos Aires, v. 44, n. 2, p.319-328, 2006.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, 1998. 575 p.

FERRÃO-FILHO, A. S. **Bioacumulação de cianotoxinas e seus efeitos em organismos aquáticos.** Oecologia Brasiliensis, v.13, n. 2, p. 272-312, 2009.

FERRÃO-FILHO, A. S. et al. **Ecologia, ecofisiologia e toxicologia de cianobactérias.** Oecologia Brasiliensis, v.13, n. 2, p. 225-229, 2009.

FRANÇA, J. DA C. DE. **Aspectos sucessionais das associações fitoplanctônicas do Açude Bodocongó.** Campina grande, 2007. 45p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade estadual da Paraíba.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHNSTAD, M. A. M.. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater.** 2a ed. Osford, Blackwell Scientific Publication, 214p. (IBP handbook, 8). 1978.

GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S. and EATON, A.D. (eds.). **Standart Methods forthe Examination of Water and Wasterwater.** 18ª ed., Washington D.C., APHA - American Publication Health Association, p. 10-137.1992.

HAPPEY-WOOD CM (1988) **Ecology of freshwater planktonic green algae. In: Sandgren CD (ed) Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton.** Cambridge, Cambridge University Press

HEINO, Jani et al. **Surveying biodiversity in protected and managed areas: Algae, macrophytes and macroinvertebrates in boreal forest streams.** Ecological Indicators, São Carlos, p. 1179-1187. 9 fev. 2009.

HENRY, R., CARMO, C.F.DO; BICUDO, D.C. **Trophic status of a Brazilian urban reservoir and prognosis about the recovery of water quality.** Acta Limnol. Bras., 16(3):251-262, 2004.

HENRY, R. et al. **Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP)**. Revista Brasileira de Biologia, v. 58, p. 571-590, 1998.

HOYER, A B et al. **The influence of external perturbations on the functional composition of phytoplankton in a Mediterranean reservoir**. Hoehnea, p.49-64, 2009.

LOBO, E. & LEIGHTON, G. **Estruturas comunitárias de lãs fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile**. Revista Biologia Marina 22: 1-29.1986.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V.L.L.; BENDER, E.P. **Utilização de Algas Diatomáceas Epilíticas como Indicadoras da Qualidade da Água em Rios e Arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 127p.

LOPES, M. R. M. et al. **Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil**. Hydrobiologia (2005) 542. 2005. p.235–247.

LUND, J. W. G.; KIPLING, C.; LE-CREN, D. **The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimation by counting**. Hydrobiologia, Dordrecht. v.11 p. 143-170. 1958.

MARCKERETH, F. Y. H.; HERON, J. G.; TALLING, J. J. **Water analysis: some revised methods for limnologists Freshwater**. Biological Assoc. 36. 1978. 120p.

MARGALEF, R. **Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there upper limit to diversity**. Transactions of the Illinois State Academy of Science 44. 1972. p.221-235.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega,1983.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. **Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brasil)**. Hydrobiologia. p. 367-378, 2008.

MENDES, C.F. **Ecologia da comunidade de algas planctônicas do complexo lagunar das três lagoas, João Pessoa, PB**. João Pessoa, 2010. 48p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Estadual da Paraíba.

MONTEIRO, Flávia Morgana *et al.* **Cianobactérias no Açúde Bodocongó: implicações para a saúde pública**. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia, 1. Campina Grande: UEPB, 2012. p. 1 - 10.

MOURA, Ariadne do Nascimento *et al.* **Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na região metropolitana da cidade do Recife, PE, Brasil**. Revista de Geografia, Recife, v. 24, n. 2, p.154-178, 2007.

MOURA, A. N.; DANTAS, Ê. W.; OLIVEIRA, M. C. B.-. **Structure of the Phytoplankton in a Water Supply System in the State of Pernambuco - Brazil.** Brazilian Archives Of Biology And Technology: AN INTERNATIONAL JOURNAL, Paraná, p. 645-654. jul. 2007.

MOURA, Gustavo Correia de *et al.* **Evolução do Estado Trófico do Reservatório de Bodocongó, Semiárido, Brasil.** In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia, 1. Campina Grande. UEPB, 2012. p.1-10.

NOGUEIRA, Ina de Souza et al. **Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO.** Hoehnea, Brasil, v. 35, n. 2, p.219-233, 30 maio 2008.

ODUM, E.P. **Ecologia.** 3ed. México: Interamericana. 1972.

OECD (organization for Economic Cooperation and Development). **Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control.** Final Report. OECD, 1982.

PADISAK, J. BORICS, G.; GRIGORSZKY, L. SORCZKI-PINTE, E. **Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the water framework directive: the assemblage index.** Hydrobiologia, 553: 1-14, 2006.

PADISÁK J., LO CROSSETTI & L NASELLI-FLORES. **Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates.** Hydrobiologia 621: 1–19, 2009.

PINTO PT, ALLENDE L, O'FARRELL I (2007) **Influence of free-floating plants on the structure of a natural phytoplankton assemblage: an experimental approach.** Journal of Plankton Research 29: 47–56.

RAMÍREZ, R. J. J. **Variações espacial vertical e nictemeral da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em quatro dias de amostragem de diferentes épocas do ano no lago das Garças, São Paulo.** São Paulo, 1996. 238f. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo.

REYNOLDS, C.S. **Functional morphology and the adaptative strategies of freshwater phytoplankton.** In: C.D. Sandgren (Ed.). **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton.** Cambridge University Press. 1988. p. 388-434.

REYNOLDS, Colin S.; HUSZAR, Vera; KRUK, Carla. **Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.** Journal Of Plankton Research, Oxford, p. 417-428. 29 abr. 2002.

RODRIGUES, Geraldo Stachetti; IRIAS, Luís José Maria. **Considerações sobre os impactos ambientais da agricultura irrigada.** Embrapa, São Paulo, p.1-7, jul. 2004.

ROSS, J. **Práticas de Ecologia.** Barcelona: Omega, 1979.

SANTOS, A. **Distribuição de metais no reservatório de captação de água superficial Anhumas Américo Brasiliense -SP.** 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. São Paulo.

SHANNON, C. E. e WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: Illinois University Press. 1963. 177p.

SILVA, L.S. 1999. **Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil**. Revista Brasileira de Biologia 59: 281-303.

SOUZA, B.; FERNANDES, V. O. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais na lagoa Mãe-Bá, Estado do Espírito Santo, Brasil**. Acta Scientiarum. Biological Sciences, São Paulo, v. 59, n. 2, p.245-253, 2009.

THORNTON J.A. & W. Rast. 1993. **A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arid man-made lakes**. In: M. Straskraba, J.G.Tundisi & A. Duncan (eds.), 1993. Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management, Kluwer Academic Publishers. 1-24.

THORNTON J.A. & W. Rast. **Preliminary observations on nutrient enrichment of semi-arid, manmade lakes in the Northern and Southern Hemispheres. Lake and Reservoir Management**, v.5, p.59-66, 1989.

THORNTON, K.W 1990. **Perspectives on Reservoir Limnology**. In: Thornton K.W.; Kimmel B.L.; Payne F.E. Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. Wiley – Interscience.

TOLEDO, L. G.; HAY, J. D. **Variação sazonal da produção primária do fitoplâncton e dos fatores limnológicos do Lago Paranoá, Brasília, DF**. Acta Limnologica Brasiliensia, São Paulo, v. 2, p.347-365, 1988.

ÜTERMOL, H. **Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. Mitteilungen. Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte. Limnologie**. 9. 1958. p. 1-38.