

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS  
CAMPUS V – MINISTRO ALCIDES CARNEIRO  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**VALTERLÂNIA DA SILVA BARBOSA**

**ECOLOGIA DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS EM DOIS COMPLEXOS  
DE LAGOAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA, PB**

**João Pessoa - PB**

**2011**

VALTERLÂNIA DA SILVA BARBOSA

ECOLOGIA DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS EM DOIS COMPLEXOS DE  
LAGOAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA, PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao  
Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, em  
cumprimento às exigências para obtenção parcial ao  
grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Ênio Wocyli Dantas

João Pessoa - PB

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL CAMPUS V – UEPB

B238e            Barbosa, Valterlânia da Silva.  
                    Ecologia das Comunidades Fitoplanctônicas em Dois  
Complexos de Lagoas da Região Metropolitana de João Pessoa,  
PB / Valterlânia da Silva Barbosa – 2011.  
                    70f. : il. color

                    Digitado.  
                    Trabalho Acadêmico Orientado (Graduação em Ciências  
Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de  
Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Departamento de  
Ciências Biológicas, 2011.  
                    “Orientação: Prof. Dr. Ênio Wocyli Dantas”.

                    1. Fitoplâncton. 2. Ambientes lênticos. 3. Macrófitas aquáticas.  
I. Título.

21. ed. CDD 579. 817 6

**VALTERLÂNIA DA SILVA BARBOSA**

**ECOLOGIA DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS EM DOIS COMPLEXOS  
DE LAGOAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA, PB**

Aprovado em João Pessoa, 27 de junho de 2011

**BANCA EXAMINADORA:**

Ênio Wocyli Dantas

Prof<sup>o</sup> Dr. Ênio Wocyli Dantas – UEPB

**ORIENTADOR**

Ana Karla A. Montenegro

Ms. Ana Karla Araújo Montenegro – UFPB

**EXAMINADORA**

Jandeson Brasil Dias

Prof<sup>o</sup>. Dr. Jandeson Brasil Dias - UEPB

**EXAMINADOR**

*Dedico*

*Aos meus pais, Valderir Muniz e Maria de Fátima,  
pelos ensinamentos sobre a vida, ao meu  
irmão, Valtemir Barbosa, por me mostrar o caminho  
à superação, e ao namorado, Lamartins de Sá, pelo  
apoio constante.*

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente agradeço a Deus Pai, Amigo, Companheiro e Fiel! Ao Senhor Jesus, por está sempre comigo, me guiando pelo melhor caminho que devo seguir! As interseções de Nossa Senhora que tanto me valeram! Aos anjos, amigos que foram meu apoio e força para todos os momentos!*

*Agradeço de maneira especial, a minha família que tanto me ajudaram na minha formação acadêmica. Meus pais, Valderi Muniz e Maria de Fátima, que tiveram a iniciativa de começarem a minha formação quando me matricularam no jardim I, do Colégio Dona Nissinha, no qual aprendi as primeiras letrinhas. Aos senhores, que me incentivam até hoje, de modo que fui capaz de concluir o ensino superior na área tão desejada por mim desde as primeiras aulas de ciências. Mas acima de tudo agradeço aos senhores, papai e mamãe, por serem professores da minha maior faculdade: a de compreender os acontecimentos da vida e superá-los com dignidade e caráter!*

*Ao meu irmão, Valtemir Barbosa, que com tantos “puxões de orelhas” também me ajudou a chegar aqui. Com muita perseverança e confiança em mim! Qualidade espelhada em ti, meu irmão e grande amigo!*

*À Lamartins de Sá, namorado amado, antes de tudo, meu melhor amigo! Há cinco anos fazes parte da minha história, da minha melhora pessoal, do meu amadurecimento. Tantas vezes estavas ao “meu lado”, mesmo longe. Sempre que precisava de um ombro amigo, nunca me negastes, mesmo sabendo das condições em que nos encontrávamos. Mas agora, mais juntos que nunca, tivestes papel fundamental na reta final da minha formação. Até mesmo pela paciência em escutar os acontecimentos marcantes das minhas coletas. Nunca vou te esquecer!*

*Aos meus avós, avós, tios, tias, madrinhas, primos, cunhada... Obrigado por toda compreensão e ajuda que, direta ou indiretamente, vocês me proporcionaram! Destes, em especial ao meu tio, Auri Muniz, que pelo crescimento desordenado de algumas células, não se encontra mais entre nós. Mas tudo que aprendi estando em sua presença, será levado comigo para toda minha vida, o fazendo vivo em meu coração!*

*Claro que não poderia faltar os amigos e amigas, todos que conheci durante minha vida, que estudaram comigo desde as primeiras aulinhas no colégio, no cursinho e, claro, na universidade. Dá turma do cursinho, devo destacar como forma de agradecimento, Gilmenna, minha querida amiga, que um dia antes de eu ser chamada para ingressar na Universidade, me incentivava, me estimulava a não desistir. E esteve ao meu lado até na hora da matrícula. Há todos os meus amigos, os levo sempre em meu coração. Tenho um apreço imenso por todos!*

*E continuando a lista dos que cruzaram meu caminho, posso destacar um agradecimento intenso por todos do laboratório de botânica, principalmente para Aline, Camila, Davi, Dayse, Fabiana, Geísa, Lays, Lígia, Suellen, Talytta e Thainá. A todos vocês, muito obrigado!*

*Aos técnicos de laboratório, que além de exercerem suas funções, me fazia companhia e, algumas vezes, me auxiliava no manuseio das amostras!*

*Aos professores. A todos meus mestres, espelhos de uma conduta inteligente e curiosa. Que ao observar e seguir essas qualidades pude buscar as respostas para minhas perguntas, e formular novas. Na busca incessante do querer saber, e na certeza do achar!*

*Desta classe, quero destacar o meu dedicado Prof<sup>o</sup> Dr. Ênio Wocylí Dantas, Orientador do TCC e da vida. A este grande e humilde homem que repassa para seus aprendizes um pouco do muito que já viveu, que já aprendeu. E este “pouco” foi mais que suficiente para que eu pudesse meditar sobre algumas atitudes imaturas, me auxiliando a compreender mais sobre o que é a vida, dentro e fora do âmbito acadêmico, a me preparar sobre o que me espera. Não irei esquecer nunca dos seus conselhos, agora não estou falando dos conselhos sobre preparação de relatórios, de artigos, e outros, mas das observações feitas para o meu crescimento. À preocupação que tens com cada um de teus orientandos, com os nossos problemas pessoais. À tua paciência de ensinar, a tua dedicação de aprender. Recordarei-me sempre de todos aqueles rabiscos que voltava nos meus trabalhos, e eu imatura dizia: onde Ênio encontra tanto erro, não vou conseguir nunca escrever o que ele espera! Mas isso me estimulava a atingir esta melhora, debruçando-me sobre as correções e, pouco a pouco, tentava fazer bonito, me superando em cada escrita. “Hoje, acho que ainda não cheguei onde o senhor queria, mesmo dando o meu máximo. Mas o senhor me ensinou que eu posso ser sempre capaz de mais. Superar meus limites! Ainda não desisti!”*

*Agradeço à Universidade Estadual da Paraíba, em especial ao Campus V, que forneceu os recursos necessários para realização deste trabalho.*

*Enfim, OBRIGADO a todos que de uma forma ou de outra contribuíram fortemente para concretização do trabalho que se segue!*

*Valterlânia Barbosa*

# ECOLOGIA DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS EM DOIS COMPLEXOS DE LAGOAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA, PB

Autora

Valterlânia da Silva Barbosa – Bacharelado em Ciências Biológicas/CCBSA/UEPB

Orientador

Profº Dr. Ênio Wocyli Dantas/CB/CCBSA/UEPB

Examinadores

Ms. Ana Karla Araújo Montenegro – CB/UFPB

Profº. Dr. Jandeson Brasil Dias – CB/CCBSA/UEPB

O fitoplâncton é uma comunidade de algas microscópicas, fotossintetizantes, sendo responsáveis por quase metade do oxigênio da atmosfera. Esses organismos não são capazes de se movimentarem, vivem em suspensão na coluna d'água. São sensíveis as alterações naturais ou antrópicas no ecossistema aquático, se comportando, portanto, como excelentes bioindicadores ecológicos da qualidade de água. Dentre os fatores espaciais que influenciam a comunidade fitoplanctônica, as macrófitas aquáticas têm um papel relevante. Estas aumentam a heterogeneidade dos ecossistemas, pois competem com o fitoplâncton por luz e nutrientes, diminuem a turbidez, além de servirem de substrato para outras comunidades. Objetivou-se analisar a comunidade fitoplanctônica nos Complexos Lagunares das Três Lagoas (Lagoas da Ponte, Desconhecida e Misteriosa) e do Jacaré (Lagoas do Pitibull, Sol Caraceas e Estação), da região metropolitana de João Pessoa – PB, em um ciclo sazonal de coletas, analisando a heterogeneidade espacial e temporal dessa comunidade, relacionando-as com a ocorrência de macrófitas. Analisou-se três lagoas pertencentes ao Complexo das Três Lagoas e quatro do Complexo do Jacaré. As coletas foram realizadas bimensalmente na região litorânea, iniciadas em ago/09, perfazendo um ciclo anual. As amostras retiradas da sub-superfície da água foram acondicionadas em frascos com capacidade de 100mL, fixadas com formol a 4% para identificação (lâminas semi-permanentes) e quantificação (Câmara de Neubauer 1,8mm<sup>3</sup>) em microscopia óptica. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente, para compreender a variância entre as sete unidades amostrais no decorrer do tempo de coleta, e para testar a diferença entre os Complexos. A Análise de Correspondência Canônica relacionou as espécies com densidades superiores a 10% e as variáveis abióticas e macrófitas. A flora planctônica foi composta por 80 *taxa* (67 nas Três Lagoas e 56 no Jacaré), distribuídos em quatro divisões: Chlorophyta (40%), Cyanophyta (26,2%), Bacillariophyta (22,5%) e Euglenophyta (11,25%). Os Complexos apresentaram-se diferentes entre si ( $F= 20,20$ ;  $p<0,001$ ). De modo que as Três Lagoas tiveram maior número de táxons ( $18,0 \pm 7,0$  spp.), com 67 indivíduos e Jacaré a menor ( $9,0 \pm 4,2$  spp.), com 56, em todo período de coleta. A densidade fitoplanctônica seguiu o mesmo padrão. Variou de  $222 \text{ ind.mL}^{-1}$ , na Caraceas, a  $227.778 \text{ ind.mL}^{-1}$ , na Ponte, ambos em fev/10. Foi constatada variação espacial no Jacaré ( $F=5,93$ ,  $p<0,001$ ), onde a Lagoa do Pitibull diferenciou-se das Caraceas e Estação, pela alta ocorrência de macrófitas aquáticas em todo ano de coleta no Pitibull ( $4,3 \pm 1,6$ ). O grupo mais importante em termos numéricos em ambos Complexos foi Cyanophyta, com densidade relativa maior que 15 % nas Três Lagoas ( $65,77 \pm 27,98$  %) e 5 % no Jacaré ( $36,31 \pm 25,58$  %), em todas as amostras. De acordo com a ACC, as macrófitas aquáticas foram a variável de maior peso na diferença entre estes complexos, de modo que, nos ambientes em que ocorreu elevada infestação de macrófitas aquáticas, a densidade fitoplanctônica foi baixa.

**Palavras-chave:** fitoplâncton, macrófitas aquáticas, ambientes lênticos.

## SUMÁRIO

### RESUMO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO TEÓRICA.....	11
3. REFERÊNCIAS.....	18
4. MANUSCRITO (Ecologia das Comunidades Fitoplanctônicas em dois Complexos de Lagoas da Região Metropolitana de João Pessoa, PB).....	28
Resumo.....	30
4.1. Introdução.....	31
4.2. Materiais e Métodos.....	32
4.3. Resultados.....	36
4.4. Discussão.....	50
4.5. Conclusão.....	55
Agradecimentos.....	56
4.6. Referências.....	57
5. ANEXO.....	66

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução e o desenvolvimento dos grandes centros urbanos fazem com que hoje, quase todas as atividades humanas se tornem cada vez mais dependentes da disponibilidade das águas continentais. A água tem se tornado um recurso cada vez mais usado, principalmente para o abastecimento doméstico e industrial. Nas zonas urbanas, o aumento pela demanda de água é evidente e, além disso, grande parte dos efluentes domésticos e industriais são lançados diretamente nos ecossistemas aquáticos. Estes fatores reduzem ainda mais a possibilidade de utilização do recurso hídrico. Outro implicativo é a utilização de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura, que modificam as características dos ecossistemas aquáticos, contribuindo ainda mais para déficit hídrico. Uma vez que, em lagos próximo a centros urbanos e de áreas agrícolas, as descargas de nitrogênio e fósforo, nutrientes essenciais aos organismos autotróficos, são mais intensas (TUNDISI; TUNDISI, 1992).

Ambientes que recebem elevada quantidade de nutrientes tornam-se eutrofizados, favorecendo o desenvolvimento acelerado de algas, muitas delas produtoras de toxinas, como é o caso das cianobactérias. Esse aumento do número de algas, geralmente de uma ou mais espécies, resulta na formação de florações algais ou *bloom* (AZEVEDO et al., 1994; SANT'ANNA et al., 2006). Esse processo pode ser responsável por vários problemas ecológicos, como anoxia, perda de diversidade, mortandade de peixes, mudanças na estrutura das comunidades, entre outros (ESTEVES, 1998), além de produzir toxina, que pode intoxicar a biota local, e ainda o homem, uma vez que essas substâncias químicas pode ser transmitida para vários níveis tróficos (SANT'ANNA et al., 2006). Também são responsáveis por vários problemas sanitários, pois alteram a cor da água e conferem aspecto desagradável ao corpo aquático (CEBALLOS; AZEVEDO; BENDATE, 2006). Principalmente as florações de Cyanophyta, que podem causar vários problemas que variam desde conferir gosto e odor desagradáveis à água, que minimizam a qualidade estética e paisagística do sistema hídrico, refletindo nas áreas ribeirinhas (SANT'ANNA et al., 2006).

Das comunidades que habitam esse tipo de ambiente, o fitoplâncton é de grande importância. A comunidade fitoplanctônica é constituída por microorganismos fotossintetizantes em suspensão na coluna d'água e sujeito ao movimento de ondas provocado pelos ventos (REYNOLDS, 1984). Esta comunidade é constituída por um conjunto de microalgas autótrofas, com capacidade de realizar fotossíntese, sendo responsáveis por quase metade do oxigênio da atmosfera (AJANI; RISSIK, 2009). São excelentes bioindicadores

ecológicos da qualidade de água, respondendo as modificações ocorridas no meio (IWATA; CÂMARA, 2007). Dessa forma, o conhecimento da dinâmica das populações do fitoplâncton é relevante, pois as flutuações temporais e espaciais na composição e biomassa do ecossistema são indicadores das alterações naturais ou antrópicas (MOURA et al., 2007a).

Trabalhos que tratam sobre a heterogeneidade temporal e espacial da comunidade fitoplanctônica são muito explorados em estudos realizados em ecossistemas aquáticos. De acordo com Esteves (1998), a variação temporal do fitoplâncton é controlada, principalmente, pela disponibilidade de nutrientes, e por fatores abióticos, como precipitação, vento e radiação incidente, além de fatores internos como, por exemplo, a turbulência da coluna d'água. Este último pode ser minimizado pela dominância de macrófitas aquáticas, que também é responsável por aumentar a transparência (BEYRUTH, 1992; TUCCI; SANT'ANNA, 2003), diminuindo a densidade algal (CROSSETTI, 2006), influenciando espacialmente a composição fitoplanctônica. De acordo com Huszar e Silva (1999), as flutuações espaciais e temporais na comunidade fitoplanctônica, podem ser indicadores eficientes das alterações naturais ou nos sistemas aquáticos.

O ciclo hidrológico é um dos fatores ambientais que influenciam diretamente a comunidade fitoplanctônica, não havendo uma regra que determine qual é a época de maior riqueza e densidade, variando de ambiente para ambiente. Alguns estudos registraram que as maiores ocorrências de algas planctônicas ocorrem em períodos chuvosos (GOMES, 2007; NABOUT; NOGUEIRA; OLIVEIRA, 2009), possivelmente por que neste período há maior entrada de nutrientes, aumento da turbidez e redução da temperatura (LEITÃO et al., 2003; TANIGUCHI; BICUDO; SENNA, 2004; MONTEIRO; NASCIMENTO; MOURA, 2007). Em outros estudos, em ambientes diferentes, ocorre o contrário, são registrados maiores números de táxons e valores de densidade nos meses mais quentes, com mínima precipitação (LOVERDE-OLIVEIRA; HUSZAR, 2007; SOUZA e FERNANDES, 2009; RAUPP; TORGAN; MELO, 2009), pois nesta época o nível da água é reduzido, havendo, portanto, maior concentração de nutrientes contidos no meio (NABOUT; NOGUEIRA, 2007). Como também, pode haver espécies mais resistentes, suportando as perturbações dos dois períodos sazonais, como é o caso de algumas cianobactérias (DIAS, 2009).

A estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica em ambientes aquáticos eutrofizados dependem de efeitos de competição (BICUDO; FONSECA; BINI, 2007), físicos e químicos (BOUVY et al., 2006; GOMES, 2007; O'FARRELL; PINTO; IZAGUIRRE, 2007).

Em relação à competição, as macrófitas aquáticas interferem diretamente na estrutura dessas algas pelo recurso luz e nutrientes, elementos básicos para processo fotossintético dos mesmos. A vegetação aquática pode diminuir a biomassa fitoplanctônica por contribuir para o sombreamento da área, reduzir as concentrações de nutrientes, além de aumentar as perdas por sedimentação (JAMES; BARKO, 1990; KUFEL; OZIMEK, 1994), contribuindo para o aumento da estruturação e da heterogeneidade dos habitats aquáticos, por também modificar as características físicas do mesmo (GOMES, 2007).

A vegetação submersa altera o funcionamento dos lagos rasos, servindo de substrato para algas perifíticas, contribuindo para a proteção das margens e filtração e retenção dos nutrientes dissolvidos e material particulado que adentram nos ecossistema, resultando em alguns prejuízos para o fitoplâncton (THOMAZ; BINI, 1998; SCHEFFER, 2001; GOMES; 2007), principalmente por limitar a ressuspensão dos nutrientes, que são importantes para o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica. De acordo com Pompêo (1996), as macrófitas aquáticas apresentam importante papel na troca de nutrientes, podendo tornar-se as principais controladoras da dinâmica de nutrientes no ecossistema. Dessa forma, participam intensivamente da reciclagem de nutrientes, podendo assimilar elementos retidos no sedimento por intermédio das raízes, os quais são liberados para a coluna de água através da excreção e da decomposição (GRANÉLI; SOLANDER, 1988).

Nos ecossistemas rasos, durante o estado de eutrofização, pode-se encontrar elevada turbidez, ocasionada pela proliferação de algas planctônicas, podendo ocasionar um colapso na vegetação aquática, devido à limitação de luz. Mas também, esses ambientes, mesmo eutrofizados, podem ser encontrados em estado de águas límpidas, com uma maior transparência, quando há elevadas densidades de macrófitas aquáticas submersas. Estas reduzem substancialmente a turbidez da água, controlando o desenvolvimento do fitoplâncton (SCHEFFER, 2001; PERETYATKO et al., 2006; SCHEFFER; VAN NES, 2007; FONSECA; BICUDO, 2010).

De acordo com Chellappa (2001), ambientes aquáticos podem ser monitorados através das algas planctônicas, para indicar o grau de qualidade do recurso hídrico. Assim, informações de riqueza, diversidade, densidade total e relativa, proporcionam informações cruciais ao ecossistema estudado e suas variações em resposta a poluição.

Devido à sensibilidade do fitoplâncton ao meio, e a capacidade de responder rapidamente a mudanças ambientais dos corpos aquáticos, variáveis como à hora de coleta, a direção e velocidade do vento, temperatura, entre outras, são importantes, pois podem

interferir diretamente no desenvolvimento e metabolismo das espécies, tendo maior sucesso as espécies mais resistentes (SANT'ANNA et al., 2006). Além disso, essas variáveis são de grande importância para entender processos importantes, como a sucessão ecológica, devido ao curto tempo de geração das algas, podendo, a partir disso, compreender melhor outros tipos de comunidades (HARRIS, 1986; SOMMER, 1989) e de ecossistemas em geral (REYNOLDS, 1997a).

Ambientes lênticos urbanos, com a presença de bancos de macrófitas durante todo ano, como as do Complexo Lagunar das Três Lagoas e, principalmente, as do Complexo do Jacaré, na Região Metropolitana de João Pessoa, não podem ser tratados como uma unidade homogênea. Por isso, é de grande importância o acompanhamento periódico desses sistemas aquáticos, já que habitats particulares criados pelas macrófitas aquáticas podem modificar as características físicas e químicas do meio, refletindo sazonalmente na dinâmica entre organismos e no ambiente aquático (JONIAK; KUCZNSKA-KIPPEN; NAGENGAST, 2007).

Assim, esse trabalho teve como objetivo estudar a comunidade fitoplanctônica dos complexos lagunares das Três Lagoas e de Jacaré, da região metropolitana de João Pessoa, PB, em um ciclo sazonal de coletas, analisando a heterogeneidade espacial e temporal da estrutura fitoplanctônica (riqueza, densidade total e relativa), relacionando-o com a ocorrência de macrófitas aquáticas.

## **2. REVISÃO TEÓRICA**

A água é um bem essencial ao desenvolvimento e sobrevivência dos seres vivos, porém apenas 3% de toda a água do planeta estão disponíveis como água doce, e destes apenas 15% disponíveis para consumo (TUNDISI, 2005). O aumento populacional e o avanço na economia nos últimos tempos têm ocasionado modificações na utilização dos corpos d'água, principalmente em ambientes lênticos (de água parada), e isto vem causando um impacto negativo na quantidade e qualidade deste recurso. São esses fatores que contribuem para o aumento da concentração de nutrientes nesses ambientes, que estão acelerando o processo de eutrofização do sistema hídrico (TUNDISI; TUNDISI, 1992; TSUKAMOTO; TAKAHASHI, 2007), ocasionando a perda da qualidade da água, resultando em um prejuízo do seu valor econômico e ambiental (HEO; KIM, 2004).

Construções entorno de ecossistemas aquáticos, trás consequências diretas a estes ambientes, por comprometer a qualidade da água pela lavagem de calçamento e despejo de esgotos (TUCCI; MENDES, 2006), de efluentes domésticos e industriais (ABESSA, 2003). De acordo com Lemes (2001), a qualidade da água tem sido muito afetada pelos despejos domésticos. Portanto a caracterização e o controle da qualidade das águas superficiais é uma condição indispensável, principalmente nas regiões urbanizadas. A importância do tratamento se remete a gestão da dinâmica de drenagem, uma vez que nestas zonas existem grandes extensões impermeabilizadas, focando-se na qualidade de vida das populações ribeirinhas que são sensivelmente alterada perante as modificações na qualidade da água (GODÓI, 2008).

São nesses tipos de ambientes, onde são verificadas as condições ideais para o aumento da densidade algal, processo chamado de floração (SANT'ANNA et al., 2006). Este evento pode durar horas ou ter maior duração, havendo registros, em lagos e represas, durante vários meses (AZEVEDO et al., 1994). Florações superficiais formam “natas” e que podem mudar a coloração da água, além de causar vários problemas que variam desde conferir gosto e odor desagradáveis à água, até produção de toxinas (pelas cianobactérias) (SANT'ANNA et al., 2006), afetando o ambiente ecológica e esteticamente.

Muitos estudos com enfoque taxonômico e ecológico referentes ao fitoplâncton vêm sendo desenvolvidos em todo o mundo, em rios, reservatórios e lagos. No Brasil, a maioria dos trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em ambientes lênticos estão concentrados na região Sudeste (DIAS, 2009).

Entre os estudos que versam sobre a taxonomia das comunidades fitoplanctônicas, podem-se encontrar trabalhos que referem-se a inventários florísticos de diatomáceas (LANDUCCI; LUDWIG, 2005; FERRARI; LUDWIG, 2007), de euglenofíceas (ALVES-DA-SILVA; FORTUNA, 2006; ALVES-DA-SILVA; TAMANAHA, 2008), e de clorofíceas (DELAZARI-BARROSO; SANT'ANNA; SENNA, 2007; DELLAMANO-OLIVEIRA et al., 2008). Embora estudos de cunho taxonômico no Brasil tenham sido iniciados no século passado, ainda se publica trabalhos com registros de novas ocorrências de espécies.

Em ambientes de água doce, podemos destacar alguns trabalhos que abordam temas sobre a dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica em rios, tais como os estudos de Train, Oliveira e Quevedo (2000), Paiva et al.(2006) e Rodrigues, Torgan e Schwarzbald (2007) cujo o grupo de maior representatividade nestes foram as Bacillariophyta, principalmente no período de águas baixas. Segundo Reynolds, Descy e Padisák (1994), a

elevada riqueza de Bacillariophyta nos ecossistemas lóticos é influenciada pela elevada turbulência nesse ambiente. Em reservatórios temos Silva (1999), Coquemala et al. (2005), Monteiro, Nascimento e Moura, (2007), Borges, Train e Rodrigues (2008) e Moura et al. (2008) encontrando Chlorophyta como o grupo de maior diversidade nos períodos seco e chuvoso; e Nogueira (2000), Silva, Train e Rodrigues (2001), Travassos Júnior et al. (2005), Moura et al. (2006), Lira, Bittencourt-Oliveira e Moura (2007), Crossetti et al. (2008), Dantas et al. (2008), Moura et al. (2008), Costa et al. (2009), Dias (2009) e Gemelgo, Mucci e Navas-Pereira (2009) que encontraram proliferações de cianobactérias em ambos períodos sazonais, mas os maiores valores de abundâncias eram registradas principalmente nos meses de estiagem.

Conhecimentos a cerca da biodiversidade em rios e reservatórios, bem como das condições químicas e físicas da água desses ecossistemas, são os pontos principais para realizar o biomonitoramento da qualidade da água, uma vez que estes sistemas hídricos vêm, constantemente, sendo afetados pelas ações antropogênicas (RODRIGUES; TORGAN; SCHWARZBOLD, 2007). Os organismos planctônicos são uma importante ferramenta tecnológica, simples e eficaz, na elaboração de modelos capazes de responder prontamente as características diagnósticas dos sistemas. A riqueza, diversidade, abundância, dominância e os níveis de clorofila-a das algas microscópicas em relação aos nutrientes e as ondas ocasionadas pelo vento, proporcionam importantes informações sobre os diversos ecossistemas e suas variações em relação à poluição. Em vista disso, são muito frequentes estudo que abordam o grau de poluição desses ecossistemas através da análise do fitoplâncton. Dentre estes, podemos destacar Buss, Baptista e Nessimian (2003) e Rodrigues, Torgan e Schwarzbald (2007) em rios, e Panosso et al. (2007), Moura et al. (2007a, b), Ferrão Filho et al. (2009) e Molisani et al. (2010) em reservatórios. Muitos destes trabalhos fazem uso de associações fitoplanctônicas, identificando espécies típicas de ecossistemas poluídos.

Já em lagos, ecossistema de estudo deste trabalho, a análise espacial e temporal da variação fitoplanctônica tem sido muito abordado. Esta comunidade é influenciada pelas alterações sazonais das variáveis abióticas, podendo apresentar, por exemplo, predominância de cianobactérias ou diatomáceas nos períodos de águas baixas (GENTIL, 2000; CARDOSO; MOTTA MARQUES, 2004; RAUPP; TORGAN; MELO, 2009), de euglenofíceas e criptofíceas em águas altas (NABOUT; NOGUEIRA; OLIVEIRA, 2009), dominância de diatomáceas em águas altas e baixas (LOVERDE-OLIVEIRA; HUSZAR, 2007), ou variação da densidade de algas planctônicas relacionadas a ocorrência de bancos de macrófitas

(GOMES, 2007; MELO; BOZELLI; ESTEVES, 2007; TANIGUCHI; BICUDO; SENNA, 2005). E utilizada na identificação das degradações de ecossistemas aquáticos, afetados pela poluição do meio, através da identificação de espécies bioindicadoras do estado trófico do ecossistema (GENTIL, 2000; MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004; BASTOS et al., 2006; NABOUT; NOGUEIRA; OLIVEIRA, 2009). De acordo com Tsukamoto e Takahashi (2007), o lançamento de esgotos em ecossistemas aquáticos, rios e lagos, são os responsáveis pela maior parte das florações de microalgas. Segundo Chellappa (2001), diversos ecossistemas podem ser biomonitorados utilizando-se as microalgas como indicadoras da qualidade do sistema lântico.

O aumento do impacto antrópico sobre os sistemas aquáticos, em especial os lagos rasos, tem levado a um aumento dos estudos nesses tipos de ambientes, contribuindo para a compreensão do seu funcionamento. Segundo Scheffer (2001), lagos rasos são ambientes com profundidade média menor que três metros. Sendo assim, esses ambientes tendem a passar por intensas alterações entre um estado de águas límpidas, com presença elevada de macrófitas submersas, e um estado de águas túrbidas, com ausência de macrófitas e dominância de fitoplâncton.

Os ecossistemas aquáticos tendem a responder as alterações do meio, para chegar a um equilíbrio, ou próximo a ele. De acordo com Scheffer e Van Nes (2007), os ambientes aquáticos no estado de águas túrbidas, possuem elevada biomassa fitoplanctônica através da ciclagem de nutrientes promovidas pelos peixes, além de revolver o sedimento, junto com a ação do vento, impedindo que a luz atinja o sedimento. Assim, dificilmente haverá condições de surgimento das macrófitas submersas. Mas, em lagos rasos com abundância de macrófitas, haverá um estado de águas límpidas, pois estas tendem a reduzir a turbidez, controlando o desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica, uma vez que previne a ressuspensão do sedimento.

Dessa forma, a vegetação aquática altera o funcionamento dos lagos rasos, resultando em consequências diretas sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica. Segundo Gomes (2007), as macrófitas aquáticas podem promover um aumento na biodiversidade no sistema aquático, pois atuam como substrato para algas, além de refúgio para alguns invertebrados e peixes de menor tamanho. Para Takamura et al. (2003), essas plantas aquáticas afetam intensamente os processos que ocorrem no ecossistema, como os de ciclagem de nutrientes, transferência trófica de substâncias, produtividade primária, além de responderem aos fatores bióticos e abióticos do sistema.

A variação temporal do fitoplâncton em lagos tropicais é controlada, principalmente, pela disponibilidade de nutrientes e a radiação sub-aquática, e por fatores externos tais como vento, precipitação e radiação incidente e por fatores internos como turbulência, estratificação e desestratificação da coluna d'água (ESTEVES, 1998).

Ao analisar dez lagoas dos Lençóis Maranhenses (MA), Moschini-Carlos et al. (2008), estes autores encontraram baixas riqueza e densidade de espécies. De acordo com o estudo, isso deve-se à elevada temperatura e radiação solar, baixa concentração de nutrientes, estratificação térmica diária, períodos de inundação e seca, e a variação morfométrica da lagoa.

As maiores riquezas de Chlorophyta foram registradas por Gomes (2007) e Perbiche-Neves et al. (2007), de modo que as espécies pertencentes a este grupo responderam às variações ambientais, espacial e temporalmente. Conforme Reynolds *et al.* (2002), Chlorococcales, representadas por *Coelastrum*, *Scenedesmus* e *Pediastrum*, são salientes de ambientes aquáticos rasos e de alto teor de nutrientes.

Cardoso et al. (2004) e Melo, Bozelli e Esteves (2007), em seus trabalhos realizados em lagos urbanos na região Sudeste, e Raupp, Torgan e Melo (2009), no Norte, encontraram dominância de Bacillariophyta. Ainda sobre o trabalho de Melo, Bozelli e Esteves (2007), esse grupo algal, correlacionou-se negativamente com um banco de macrófitas localizado próximo a estação de coleta, além de recebem aporte de esgotos domésticos. As espécies desse grupo também foram dominantes em uma Lagoa do Pantanal, Brasil Central, sendo *Aulacoseira* sp. e *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen as mais representativas.

Nogueira et al. (2008) estudaram a riqueza e diversidade (alfa, beta e gama) das espécies fitoplanctônicas em períodos de chuva e seca de quatro lagos urbanos do município de Goiânia, onde 325 espécies foram inventariadas. Encontrou-se baixa similaridade florística e elevada beta diversidade ( $\beta-1$ ). Ainda segundo os autores, o índice de diversidade beta ( $\beta-1$ ) é responsável por medir quanto à diversidade regional excede a diversidade alfa média (diversidade local, em cada lago). Ou seja, diversidade beta compara a composição fitoplanctônica entre os ecossistemas. Nabout, Nogueira e Oliveira (2009), em um período sazonal, avaliaram a estrutura e dinâmica das populações de fitoflagelados, em lagoas de inundação do rio Araguaia (GO-MT). Estes autores encontraram predomínio de Chryptophyceae (grupo funcional Y) e Euglenophyceae (grupo funcional W1), principalmente em águas altas.

Uma grande variedade de trabalhos tem reportado sobre a distribuição vertical da comunidade fitoplanctônica em lagos tropicais (REYNOLDS, 1997b; MELO; HUSZAR, 2000; PADISÁK, 2003; MELO et al., 2004; NABOUT; NOGUEIRA, 2007). Para Padisák (2003), inúmeras variáveis ambientais são importantes para a estrutura vertical da comunidade fitoplanctônica, como atenuação e espectro da luz, nutrientes e distribuição vertical do zooplâncton). Essa distribuição vertical na coluna d'água depende das propriedades de mistura e da movimentação da água e resistência das populações, se beneficiando as espécies com flagelos (p.e. em Euglenophyta, Chrysophyta) ou aerótopos (p.e. em Cyanophyta) (MELO et al., 2004), que auxiliam na movimentação dessas espécies no gradiente vertical. Ao estudar Lago Tigres, Goiás, Nabout e Nogueira (2007) identificaram um perfil oligo-mesotrófico do sistema, enquadrando as espécies encontradas em grupos funcionais, das quais predominaram no período de seca e cheia espécies típicas destes ecossistemas (Chlorophyta, Cyanophyta e Bacillariophyta).

De todos os grupos de algas, as Cyanophyta é o mais problemático do ponto de vista sanitário. Gentil (2000), ao estudar os aspectos ecológicos e sanitários do Lago das Garças, São Paulo (SP), encontrou predominância das espécies deste grupo, principalmente nos meses mais quentes. De acordo com Robarts e Zohary (1987), as taxas de fotossíntese, respiração específica e crescimento das cianobactérias dependem da temperatura da água, uma vez que, os elevados valores de temperatura aceleram a formação de florações no sistema aquático.

Outros estudos para análise da qualidade da água também encontraram espécies de Cyanophyta (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004; BASTOS et al., 2006), indicando um elevado potencial tóxico nesses ambientes e detectando possíveis problemas a saúde pública. Esses tipos particulares de algas que se sobressaem em ambientes com altas concentrações principalmente de fósforo e nitrogênio, liberam toxinas, que mesmo em baixas concentrações podem causar danos nas células ou nos organismos (CODD et al., 2005). As espécies dos gêneros *Anabaena*, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis* e *Aphanizomenon* são responsáveis por produzir substâncias que inibem o funcionamento das células nervosas (neurotoxinas) (TSUKAMOTO; TAKAHASHI, 2007), uma das mais preocupantes devido o seu efeito rápido.

Então, devido o fato dessas comunidades apresentarem respostas rápidas às modificações nas condições ambientais, é importante a realização das análises físicas e químicas isoladas da água. Porém estas só registram apenas a situação momentânea do ambiente e não são capazes de detectar perturbações não pontuais. Portanto, o monitoramento

das condições físicas e químicas devem ser feitos paralelo ao biológico (TUNDISI, 2003). Além disso, essa comunidade de algas é diretamente influenciada pelas macrófitas aquáticas, que aumentam a heterogeneidade dos habitats aquáticos, e competem por recursos e espaço no ambiente. Ao compreender a relação entre essas comunidades e como esta interage com as condições ambientais, pode-se entender melhor os processos ecológicos e também avaliar a qualidade dos sistemas aquáticos.

### 3. REFERÊNCIAS

ABESSA, D. M. S. Avaliação Ecotoxicológica da Água do Rio Pirajussara (SP, Brasil). **O Mundo da Saúde**, São Paulo, n. 4, p. 543-550, 2003.

AJANI, P.; RISSIK, D. Coastal and marine phytoplankton: diversity and ecology. In: SUTHERS, I. M.; RISSIK, D. **Plankton**: a guide to their ecology and monitoring for water quality. Collingwood, Vic.: CSIRO Publishing, p. 232, 2009.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; FORTUNA, J. R. Euglenophyceae de ambientes lênticos na planície costeira do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil: gêneros *Euglena* Ehr. e *Lepocinclis* Perty. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 411-422. 2006.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; TAMANAHA, M. S. Ocorrência de Euglenophyceae pigmentadas em rizipiscicultura na Região do Vale do Itajaí, SC, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 145-163, 2008.

AZEVEDO, S. M. F. O. et al. First report of microcystins from a Brazilian isolate of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. [S.l.], **Journal of Applied Phycology**, v. 6, n.3, p. 261-265, 1994.

BASTOS, I. C. O. et al. Use of biological indicators in different hydrosystems of an industry of recycled papers in Governador Valadares – MG. [S.l.], **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 203-211, 2006.

BEYRUTH, Z.. Macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-mirim, São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 26, n. 4, p.276-282, 1992.

BICUDO, D. C.; FONSECA, B. M.; BINI, L. M. Undesirable side-effects of water hyacinth control in a shallow tropical reservoir. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 52, p. 1120–1133, 2007.

BORGES, P. A. F.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Estrutura do fitoplâncton, em curto período de tempo, em um braço do reservatório de Rosana (ribeirão do Corvo, Paraná, Brasil). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 57-65, 2008.

BOUVY, M. et al. Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (lake Guiers, Senegal). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 45, p. 147-161, 2006.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CARDOSO, L. S.; MOTA MARQUES, D. M. L. Seasonal composition of the phytoplankton community in Itapeva lake (north coast of Rio Grande do Sul – Brazil) in function of hydrodynamic aspects. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 401-416, 2004.

CEBALLOS, B. S. O.; AZEVEDO, S. M. F. O.; BENDATE, M. M. A. Fundamentos Biológicos e ecológicos relacionados às cianobactérias. In: PÁDUA, V. L. (Org.). **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano**. PROSAB Tema 1-ÁGUA. 1. ed. Petrópolis, RJ: SEMOGRAF - Artes Gráficas e Editora LTDS, v. 01, p. 01-400, 2006.

CHELLAPA, N. T. Cyanobacterial buoyancy and ecological dynamism of inland reservoir of the state Rio Grande do Norte, Brazil. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 2001, João Pessoa, PB. **Resumo**. p. 295. 2001.

COOD, G. A. et al. Harmful Cyanobacteria: From mass mortalities to management measures. **Aquatic Ecology Series**, Springer, v. 3, n. 1, p. 1-23. 2005.

COQUEMALA, V. **Variação Anual do Fitoplâncton no Reservatório Passaúna, Paraná**. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

COSTA, I. A. S. et al. Dinâmica de Cianobactérias em Reservatórios Eutróficos do Semi-Árido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 382-401, 2009.

CROSSETTI, L. O. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no período de oito anos em ambiente eutrófico raso (Lago das Garças), Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo**. 2006. 189 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, Ribeirão Preto, 2006.

CROSSETTI, L. O. et al. Phytoplankton biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, p. 1061-1067. Supplementum 4. 2008.

DANTAS, E. W. et al. Temporal variation of the phytoplanktonic community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 970-982, 2008.

DELAZARI-BARROSO, A.; SANT'ANNA, C. L.; SENNA, P. A. C. Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). **Hoehnea**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 211-229, 2007.

DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; et al. Os gêneros *Staurastrum*, *Stauroidesmus* e *Xanthidium* (Desmidiaceae, Zygnemaphyceae) da Lagoa do Caçó, Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 333-350, 2008.

DIAS, S. N. **Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde: estudo nictemeral e sazonal**. 2009. 50 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Interciência/FINEP, p.60, 1998.

FERRARI, F. R.; LUDWIG, T. A. V. Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (Achnanthes) dos rios Ivaí, São João e dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, município de Prudentópolis, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 421-441, 2007.

FERRÃO-FILHO, A. S. et al. Florações de Cianobactérias Tóxicas no Reservatório do Funil: Dinâmica Sazonal e Consequências para o Zooplâncton. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 346-365, 2009.

FONSECA, B. M.; BICUDO, C. E. M. How important can the presence/ absence of macrophytes be in determining phytoplankton strategies in two tropical shallow reservoirs with different trophic status? **Journal of Plankton Research**, London, v. 32, n. 1, p. 31-46, 2010.

GEMELGO, M. C. P.; MUCCI, J. L. N.; NAVAS-PEREIRA, D. Population dynamics: seasonal variation of phytoplankton functional groups in Brazilian reservoirs (Billings and Guarapiranga, São Paulo). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.69, n. 4, p. 1001-1013, 2009.

GENTIL, R. C. **Variação sazonal do fitoplâncton de um lago subtropical eutrófico e aspectos sanitários**, São Paulo, SP. São Paulo, 2000.

GODÓI, E. L. **Monitoramento de Água Superficial Densamente Poluída - O Córrego Pirajuçara, Região Metropolitana de São Paulo, Brasil**. 2008. 117 f. Dissertação (Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GOMES, P. P. **Variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica da Lagoa Bonita, DF**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GRANÉLI, W.; SOLANDER, D. Influence of aquatic macrophytes on phosphorus cycling in lakes. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 170, p. 245-266, 1988.

HARRIS, G. P. **Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation**. London, Chapman & Hall, p. 384, 1986.

HEO, W.; KIM, B. The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 524, p. 229-239, 2004.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S. Cinco décadas de estudos sobre a ecologia do fitoplâncton no Brasil. **Sociedade Brasileira de Limnologia. Limnotemas**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 1-22, 1999.

IWATA, B. F.; CÂMARA, F. M. M. Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica do Rio Poti na cidade de Teresina no ano de 2006. In: **II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa – PB**. João Pessoa: CEFET, 2007.

JAMES, W. F.; BARKO, J. W. Macrophyte influences on the zonation of sediment accretion and composition in a northtemperate reservoir. **Archive für Hydrobiologie**, [S.l.], v. 120, p. 129-142, 1990.

JONIAK, T.; KUCZNSKA-KIPPEN, N.; NAGENGAST, B. The role of aquatic macrophytes in microhabitatual transformation of physical-chemical features of small water bodies. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 584, p. 101-109, 2007.

KUFEL, L.; OZIMEK, T. Can *Chara* control phosphorus cycling in Lake Luknajno (Poland)? **Hydrobiologia**, The Hague, v. 276, p. 277-283, 1994.

LANDUCCI, M.; LUDWIG, T. A. V. Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica Litorânea, PR, Brasil: Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 19, n. 2, p.345-357, 2005.

LEITÃO, M. et al. The effect of perturbations on phytoplankton assemblages in a deep reservoir (Vouglans, France). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 502, p. 73-83, 2003.

LEMES, M. J. L. **Avaliação de metais e elementos-traço em águas e sedimentos das bacias hidrográficas dos rios Mogi-guaçu e Pardo, São Paulo**. 2001. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LIRA, G. A. S. T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 219-22. Suplmentum 2. 2007.

LOVERDE-OLIVEIRA, S. M.; HUSZAR, V. L. M. Phytoplankton ecological responses to the flood pulse in a Pantanal lake, Central Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 117-130, 2007.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Phytoplankton community in a recreational fishing lake, Brazil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.

MELO, S.; HUSZAR, V. L. M. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brazil): diel variation and species strategies. **Journal of Plankton Research**, London, v. 22, n. 1, p. 63-76, 2000.

MELO, S. et al. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata Lake and Mussura Lake, Pará-Brazil) with different mixing regimes. **Amazoniana, Manaus**, v. 18, n. 1-2, p. 1-10, 2004.

MELO, S; BOZELLI, R. L. B; ESTEVES, F. A. Temporal and spatial fluctuations of phytoplankton in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n. 3, p. 475-483, 2007.

MOLISANI, M. M. et al. Trophic state, phytoplankton assemblages and limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir, CE, Brazil **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2010.

MONTEIRO, J. J. F.; NASCIMENTO, E. C.; MOURA, A. N. Diversidade fitoplanctônica e características limnológicas do Reservatório Saco I – Sertão de Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 324-32. Supplementum 2. 2007.

MOSCHINI-CARLOS, V. et al. The planktonic community in tropical interdunal ponds (lençóis Maranhenses National Park, Maranhão State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 20, n. 2, p. 99-110, 2008.

MOURA, A. N. et al. Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. **Revista Geográfica**, Recife, v. 23, n. 3, p. 19-30, 2006.

MOURA, A. N. 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. 1, p. 151-174, 2007a.

MOURA, A. N. et al. Phytoplanktonic associations: A tool to understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 21. n. 3, p. 641-648, 2007b.

MOURA, A. N. et al. Diversidade e variação sazonal do fitoplâncton em reservatórios de abastecimento público no Estado de Pernambuco. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (Org.) **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Comunigraf, p. 159- 179, 2008.

NABOUT, J. C.; NOGUEIRA, I. S.. Distribuição vertical da comunidade fitoplanctônica do lago dos Tigres (Goiás, Brasil). **Acta Scientiarum. Biological Science**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 47-55, 2007.

NABOUT, J. C.; NOGUEIRA, I. S.; OLIVEIRA, L. G. Estrutura de populações de fitoflagelados nas lagoas de inundação do rio Araguaia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 1, p. 67-72, 2009.

NOGUEIRA, M. G. Pytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. **Hidrobiologia**, Dordrecht, v. 431, p. 115-128, 2000.

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

O'FARRELL, I.; PINTO, P. T.; IZAGUIRRE, I. Phytoplankton morphological response to the underwater light conditions in a vegetated wetland. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 578, p. 65-77, 2007.

PADISÁK, J. Phytoplankton. In: O'SULLIVAN, P. E.; REYNOLDS, C. S. (Ed.). **The lakes handbook 1**. Limnology and Limnetic Ecology. Oxford: Blackwell Science, p. 251-308, 2003.

PAIVA, R. S. et al. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 133-146. 2006.

PANOSSO, R. et al. Cianobactérias e Cianotoxinas em Reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o Potencial Controle das Florações pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 433-449, 2007.

PERBICHE-NEVES, G. et al. Microphytoplankton assemblages in an urban lake of Curitiba city (Parana State, Brazil). **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 29, n. 66, p. 43-51, 2007.

PERETYATKO, A. et al. Phytoplankton biomass and environmental factors over a gradient of clear to turbid peri-urban ponds. [S.l.], **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 17, p. 584-601, 2006.

POMPÊO, M. L. M. **Ecologia de Echinochloa polystachya (H. B. K) Hitchcock na represa de Jurumirim (zona de desembocadura do rio Paranapanema - SP)**. 1996. 150 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

RAUPP, S. V.; TORGAN, L.; MELO, S. Planktonic diatom composition and abundance in the Amazonian floodplain Cutiauí Lake are driven by the flood pulse. **Acta Limnologica Brasiliensis**, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 227-234, 2009.

REYNOLDS, C. S. **The Ecology of Freshwater Phytoplankton**. Cambridge University Press: Cambridge. 1984.

REYNOLDS, C. S.; DESCY, J.; PADISÁK, J. Are phytoplankton dynamics in rivers so different from those in shallow lakes? **Hydrobiologia**, The Hague, v. 289, p.1-7, 1994.

REYNOLDS, C. S. **Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory**. Oldendorf: Ecology Institute, 1997a.

REYNOLDS, C. S. On the vertical distribution of phytoplankton in the middle rio Doce Vale lakes. In: TUNDISI, J.G.; SAIJO, Y. (Ed.). **Limnological studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brasil**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p.227-241, 1997b.

REYNOLDS, C. S. et al. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, London, v. 24, n. 5, p. 417-428, 2002.

ROBARTS, R. D.; ZOHARY, T. Temperature effects on photosynthetic capacity, respiration, and growth rates of bloom-forming cyanobacteria. **New Zealand Journal Of Marine And Freshwater Research**, Nova Zelândia, v. 21, n. 3, p.391-399, 1987.

RODRIGUES, S. C. S.; TORGAN, L.; SCHWARZBOLD, A. Composição e variação sazonal da riqueza do fitoplâncton na foz de rios do delta do Jacuí, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 707-721, 2007.

SANT'ANNA, C. L. et al. **Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia – SBFic, 2006.

SCHEFFER, M. Alternative attractors of shallow lakes. [S.l.], **The Scientific World Journal**, v. 1, p. 254-263, 2001.

SCHEFFER, M.; VAN NES, E. H. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 584, p. 455-466, 2007.

SILVA, L. H. S. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.59, n.2. 1999.

SILVA, C. A., TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 283-290, 2001.

SOMMER, U. **Plankton Ecology: succession in plankton communities**. Berlin: Springer Verlag, p. 369, 1989.

SOUZA, B. D. A.; 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**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 245-253, 2009.

TAKAMURA, N. et al. Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes. [S.l.], **Ecological Research**, v. 18, p. 381-395, 2003.

TANIGUCHI, G. M.; BICUDO, D. C.; SENNA, P. A. C. Abiotic Variables in Littoral-Limnetic Gradient of an Oxbow Lake of Mogi-Guaçu River Floodplain, Southeastern, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 961-971, 2004.

TANIGUCHI, G. M.; BICUDO, D. C.; SENNA, P. A. C. Gradiente litorâneo-limnético do fitoplâncton e ficoperifíton em uma lagoa da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo v.28, n.1, p.137-147, 2005.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p.103-116, 1998.

TRAIN, S.; OLIVEIRA, M. D.; QUEVEDO, M. T. Dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica de um canal lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 2, p.389-395, 2000.

TRAVASSOS JÚNIOR, A. et al. Comunidade fitoplanctônica no reservatório de Jucazinho região agreste do Estado de Pernambuco. **Cadernos FAFIRE**, Recife, v. 4, n. 11, p. 13-15, 2005.

TSUKAMOTO, R. Y.; TAKAHASHI, N. S. Cianobactérias + Civilização = Problemas para a Saúde, a Aqüicultura e a Natureza. [S.l.], **Panorama da Aqüicultura**. P. 24-33, 2007.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju (cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 97-112, 2003.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Eutrofication of lakes and reservoirs: a comparative analysis, case Studies, perspectives. In: CORDEIRO-MARINO, M. et al. **Algae and Environment**: a general approach, Sociedade Brasileira de Ficologia, p. 1-33, 1992.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, p.31-33. 2003.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: Enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa Artes e Textos, p. 248, 2005.

#### **4. MANUSCRITO**

### **ECOLOGIA DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS EM DOIS COMPLEXOS DE LAGOAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA, PB**

Valterlânia da Silva Barbosa, Ênio Wocyli Dantas

**Artigo a ser submetido para publicação  
na revista Acta Limnologica Brasiliensia**

**Área: Ecologia de Ambientes Aquáticos**

Universidade Estadual da Paraíba

João Pessoa - PB

2011

1 **ECOLOGIA DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICAS EM DOIS COMPLEXOS**  
2 **DE LAGOAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE JOÃO PESSOA, PB**

3

4

5 Valterlânia da Silva Barbosa<sup>1</sup>, Ênio Wocyli Dantas<sup>1,2</sup>

6

7 <sup>1</sup>Laboratório de Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba –

8 UEPB, Campus V, Rua Horácio Trajano de Oliveira, S/N, Cristo Redentor, CEP: 58020-540

9

João Pessoa-PB / e-mail: valterlania\_sb@hotmail.com

10

<sup>2</sup> e-mail: eniowocyli@yahoo.com.br

11

12 **RESUMO: Objetivo:** Analisar a heterogeneidade espacial e temporal da comunidade  
13 fitoplanctônica em dois Complexos de Lagoas da região Metropolitana de João Pessoa, PB,  
14 relacionando-o com a ocorrência de macrófitas aquáticas. **Método:** foram realizadas coletas  
15 bimensais na região litorânea perfazendo um ciclo anual, em três lagoas do Complexo das  
16 Três Lagoas (Lagoas da Ponte, Desconhecida e Misteriosa) e em quatro do Complexo do  
17 Jacaré (Lagoas do Pitibull, Sol, Caraceas e Estação). Foram coletadas 100 mL de amostras por  
18 ambiente, na superfície da água, e fixadas com formal a 4%, para realização da análise quali-  
19 quantitativa em microscopia óptica. Os dados foram tratados estatisticamente para  
20 compreender a variação espaço-temporal, e para testar a diferença entre os Complexos.  
21 Espécies que alcançaram densidades superiores a 10% foram selecionadas para ACC, em  
22 conjunto com as variáveis ambientais (abióticas e macrófitas). **Resultados:** Foram registrados  
23 80 táxons representados principalmente por Chlorophyta (40%) e Cyanophyta (26,2%),  
24 seguidos por Bacillariophyta (22,5%) e Euglenophyta (11,25%). A riqueza entre os  
25 Complexos apresentou diferença significativa ( $F= 20,20$ ;  $p<0,001$ ), com maiores valores nas  
26 Três Lagoas ( $18,0 \pm 7,0$  spp.). A densidade fitoplanctônica variou de  $222 \text{ ind.mL}^{-1}$ , na  
27 Caraceas, a  $227.778 \text{ ind.mL}^{-1}$ , na Ponte, ambos em fev/10. Cyanophyta apresentou maior  
28 densidade relativa nas Três Lagoas ( $65,77 \pm 27,98$  %). De acordo com a ACC, as macrófitas  
29 foram as responsáveis pela diferença entre os Complexos. A elevada ocorrência de macrófitas  
30 em Jacaré influenciou negativamente a densidade fitoplanctônica neste ambiente. O contrário  
31 verificou-se nas Três Lagoas. **Conclusão:** As macrófitas aquáticas influenciam na dinâmica e  
32 estrutura da comunidade fitoplanctônica. Jacaré apresentou uma composição fitoplantônica  
33 mais típica de um ecossistema oligotrófico, já as Três Lagoas foram marcadas pela maior  
34 riqueza e densidade das espécies bioindicadoras de um ambiente em estado de eutrofização.

35 **Palavras-chaves:** Fitoplâncton, macrófitas aquáticas, ambientes lênticos, oligotrófico,  
36 eutrófico.

#### 38 4.1. Introdução

39

40 Os ecossistemas aquáticos urbanos têm recebido de suas bacias, intensas cargas de  
41 nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que aceleram o processo de eutrofização do  
42 ambiente (Tsukamoto e Takahashi, 2007). Esse processo beneficia o desenvolvimento de  
43 algas fitoplanctônicas, resultando na formação de florações algais ou *bloom* (Azevedo et al.,  
44 1994; Sant'anna et al., 2006). De acordo com Reynolds (1984), o fitoplâncton é constituído  
45 por um conjunto de micro-organismos fotossintetizantes em suspensão na coluna d'água e  
46 sujeitos ao movimento provocado por ventos e correntes resultantes do movimento de alguns  
47 animais aquáticos.

48 A comunidade fitoplanctônica é importante para o metabolismo dos ecossistemas  
49 aquáticos continentais (Stevenson, 1996), além de serem sensíveis aos influxos ambientais.  
50 Assim, as flutuações espaciais e temporais na composição e biomassa do fitoplâncton podem  
51 ser indicadores eficientes das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos  
52 (Huszar e Silva, 1999; Bozelli e Huszar, 2003; Iwata e Câmara, 2007). Devido à sensibilidade  
53 desses organismos a responderem as variações ambientais, como mudanças de suprimento de  
54 nutrientes, a referida comunidade se torna útil como modelo para um melhor entendimento  
55 dos ecossistemas aquáticos em geral.

56 Dentre os fatores que afetam espacialmente a comunidade fitoplanctônica, a infestação  
57 de macrófitas aquáticas tem impacto relevante. As macrófitas aquáticas influenciam na  
58 estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica através da competição por luz (Gomes,  
59 2007; O'Farrel et al., 2007) e nutrientes (Bicudo et al., 2007), por diminuírem a turbidez do  
60 sistema hídrico, uma vez que filtram e retém os nutrientes que adentram nesses ambientes,  
61 além de servir de substratos para outras comunidades, aumentando a heterogeneidade do  
62 ecossistema (Thomaz e Bini, 1998; Bouvy et al., 2006).

63 De acordo com Scheffer (2001), ecossistemas rasos, com alta carga de nutrientes,  
64 pode-se encontrar elevada turbidez, ocasionada pela proliferação de algas planctônicas,  
65 podendo ocasionar um colapso na vegetação aquática, devido à limitação de luz. Peretyatko et  
66 al. (2006) acrescenta dizendo que nesses ecossistemas, a água pode apresentar-se de cor clara,  
67 turva ou intermediária, com baixa, alta e média densidade fitoplanctônica, respectivamente.  
68 Em ambientes que apresentam um estado de águas límpidas, com uma maior transparência, há  
69 elevadas densidades de macrófitas aquáticas submersas, reduzindo substancialmente a  
70 turbidez da água, principalmente por reter os nutrientes no sedimento, controlando o  
71 desenvolvimento do fitoplâncton (Scheffer e Van Nes, 2007; Fonseca e Bicudo, 2010).

72 Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo estudar a comunidade  
73 fitoplanctônica dos complexos lagunares das Três Lagoas e de Jacaré, da região metropolitana  
74 de João Pessoa, PB, em um ciclo sazonal de coletas, analisando a heterogeneidade espacial e  
75 temporal da estrutura fitoplanctônica (riqueza, densidade total e relativa), relacionando-o com  
76 a ocorrência de macrófitas aquáticas.

77

## 78 **4.2. Materiais e Métodos**

79

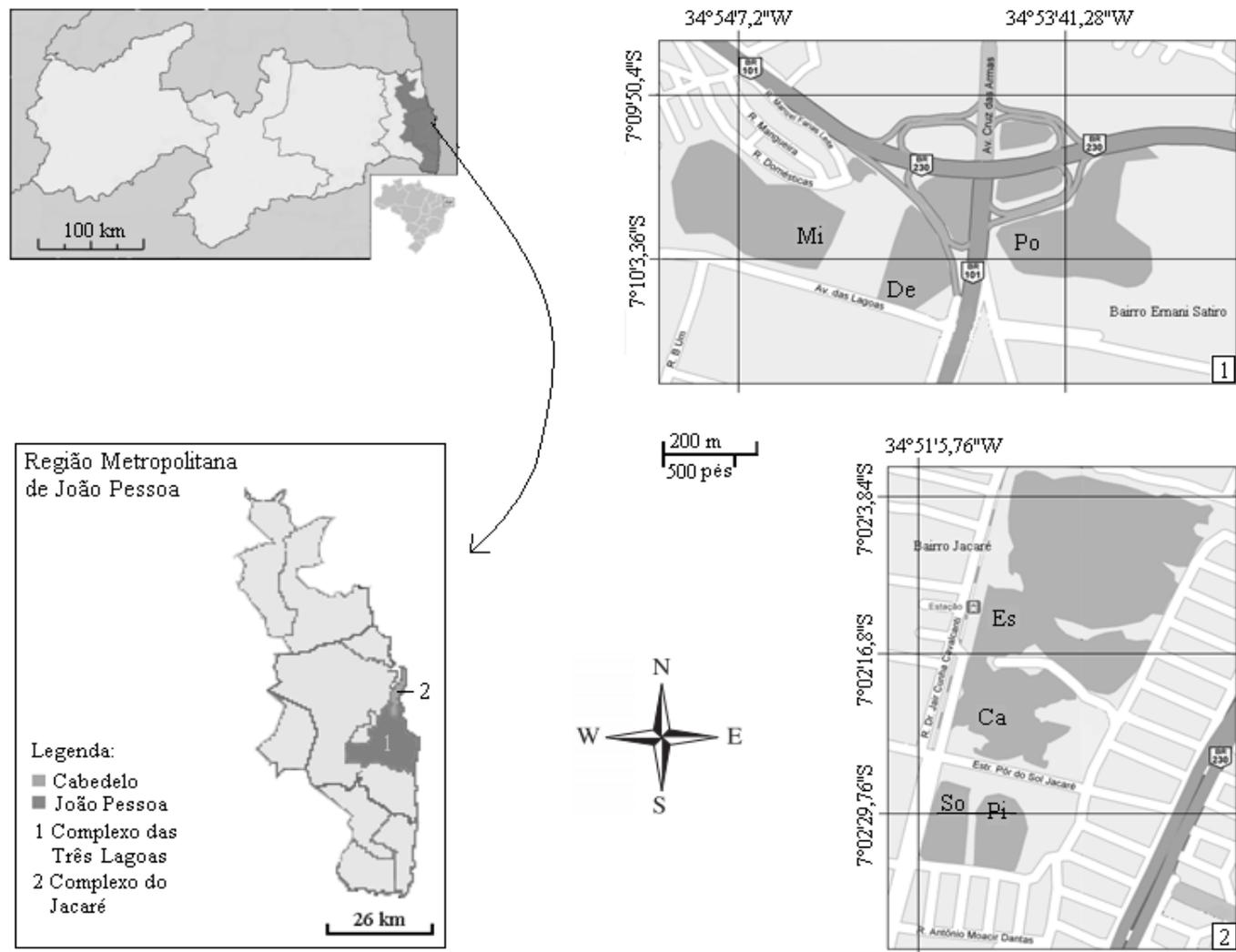
80 O complexo lagunar das Três Lagoas (Figura 1.1) localiza-se na entrada da cidade de  
81 João Pessoa, nas mediações da BR-230 e da BR-101. Este complexo é considerado o berçário  
82 do Jaguaribe, sendo formado por um conjunto de quatro lagos. Todas as lagoas são sistemas  
83 rasos, com profundidade inferior a 3 metros, marcados pela presença de bancos de macrófitas  
84 aquáticas, havendo principalmente as espécies pertencentes à família Poaceae e Cyperaceae,  
85 mas com ocorrências de Convolvulaceae, Menyanthaceae e Pontederiaceae. Além disso,  
86 existem nessas lagoas canais de entrada de esgotos oriundos dos bairros circunvizinhos da  
87 cidade de João Pessoa, PB.

88 O complexo lagunar do Jacaré (Figura 1.2) localiza-se próximo as imediações da BR-  
89 230, Km 15, na cidade de Cabedelo. Este Complexo é uma área desativada de exploração de  
90 areia, que resultou na formação de um conjunto de seis lagoas, havendo comunicação entre  
91 algumas destas durante o período chuvoso. Também são sistemas rasos, com profundidade  
92 máxima de 3 metros, sendo registrados bancos de macrófitas em três dos quatros ecossistemas  
93 estudados (exceto na Estação). Das macrófitas presentes nesses ambientes, as espécies  
94 pertencentes à família Characeae foram à de maior contribuição, além das espécies de  
95 Convovulaceae, Menyanthaceae, Nymphaeaceae e Poaceae.

96 A coleta de dados teve início em agosto de 2009 em três dos quatros ambientes  
97 lênticos do Complexo Lagunar das Três Lagoas, chamados de Lagoa Ponte, Desconhecida e  
98 Misteriosa (Figura 1.1), e em quatro dos seis lagos do Complexo do Jacaré, identificados por  
99 Lagoa Pitibull, Sol, Caráceas e Estação (Figura 1.2), durante intervalos amostrais de dois  
100 meses, perfazendo o período de um ano. Em cada lago, foi escolhido apenas um ponto de  
101 amostragem localizados na região litorânea dos mesmos.

102 Foram medidos *in situ* dados de temperatura da água (°C), com uso de termômetro  
103 subaquático e de transparência da água (m), através da extinção do disco de Secchi. Os pontos  
104 de coleta tiveram, em média, um metro de profundidade, sendo as amostras coletadas na  
105 subsuperfície.

106 Em todas as coletas, mediu-se a quantidade de macrófitas aquáticas que ocorriam em  
107 cada ponto de amostragem, estabelecendo-se níveis que variam de 0 (para ausência total), 1  
108 (quando há uma ou outra), 2 (quando começa a se formar aglomerados de macrófitas), 3  
109 (quando os aglomerados começam a envolver a região de coleta), 4 (quando esses  
110 aglomerados já envolveram a região de coleta, mas ainda há uma comunicação com a região  
111 limnética) até 5 (quando a região de coleta já foi toda infestada por macrófitas, não havendo  
112 mais comunicação com a região limnética) (Vega, 1997).



113

114 **Figura 1:** Foto satétil da localização dos Complexos estudados e seus respectivos pontos de coleta. (1) Complexo das Três Lagoas: Po - Lagoa Ponte, De -  
 115 Lagoa Desconhecida, Mi - Lagoa Misteriosa. (2) Complexo do Jacaré: Pi - Lagoa Pitibull, So - Lagoa Sol, Ca - Lagoa Caráceas, Es - Lagoa Estação. **Fonte:**  
 116 Google maps.

117 Além destes parâmetros, dados ambientais de temperatura do ar (°C), velocidade do  
118 vento (m/s), radiação solar (k/m<sup>2</sup>) e precipitação pluviométrica (mm), foram obtidos através  
119 Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

120 As amostras foram tomadas diretamente dos pontos de coleta, com o auxílio de frascos  
121 âmbar com capacidade de 100 mL e fixadas com formal a 4%, para identificação dos táxons e  
122 quantificação da comunidade. A análise do material biológico foi realizada no laboratório de  
123 botânica do Campus V da UEPB, a partir da confecção de lâminas e posteriores observações  
124 em microscópio óptico da marca Bioval, modelo L2000A.

125 Para análise qualitativa, foram preparadas lâminas semi-permanentes, e em cada amostra  
126 analisou-se características morfológicas dos organismos, as quais foram utilizadas para o  
127 enquadramento taxonômico dos mesmos em chaves de identificação disponíveis em livros e  
128 artigos especializados para cada grupo algal. Sempre que possível, a identificação foi  
129 realizada até o menor nível hierárquico. Os táxons identificados foram classificados de acordo  
130 com os trabalhos de Komárek e Anagnostidis (2005) para as cianobactérias, Germain (1981)  
131 para as diatomáceas, e Ferragut et al. (2005) para as clorofíceas e euglenofíceas.

132 As contagens do fitoplâncton foram feitas em Câmara de Neubauer 1,8mm<sup>3</sup>. A  
133 conversão para a densidade algal em ind.mL<sup>-1</sup> foi obtida pelo número de indivíduos  
134 encontrados em cada lâmina multiplicado por 1000, dividindo o resultado por 1,8. Em  
135 amostras com densidades muito reduzidas foram feitas concentrações das amostras por  
136 sedimentação. Nesse caso o cálculo de densidade (ind.mL<sup>-1</sup>) foi feito dividindo pelo fator de  
137 concentração. Em situações em que foi necessário quantificar mais de uma lâmina, a  
138 densidade final foi multiplicada pelo número de lâminas.

139 Informações de riqueza, frequência de ocorrência e densidade relativa e total, foram  
140 feitas, conforme critérios propostos por Mateucci e Colma (1982) e recomendações de Lobo e  
141 Leighton (1986).

142 Todos os dados coletados foram tratados por meio de estatística descritiva, de maneira  
143 a compreender a variabilidade dos fatores em torno das médias e variâncias nas esferas  
144 espacial e temporal. A análise de variância ANOVA bifatorial foi utilizada para verificar a  
145 variação de cada Complexo. Para testar as diferenças existentes entre os Complexos, foi  
146 utilizada a análise de variância unifatorial. Essa análise estatística foi realizada utilizando o  
147 programa estatístico BioEstat 3.0 (Ayres et al., 2003), para a compreensão da variabilidade de  
148 cada fator nas esferas espacial e temporal, sendo a comparação de média efetuada pelo teste  
149 de Tukey a 5% de probabilidade.

150 As espécies que alcançaram densidades superiores a 10%, em pelo menos uma  
151 unidade amostral, foram selecionadas para a montagem da ACC (Análise de Correspondência  
152 Canônica), em conjunto com as outras variáveis ambientais (abióticas e macrófitas),  
153 selecionadas por meio do procedimento *foward* e o Teste de Monte Carlo com 999 de  
154 permutações irrestritas. A construção das matrizes de ordenação da ACC foi feita pelo  
155 programa estatístico CANOCO 4.5.

156

### 157 **4.3. Resultados**

158

159 A tabela 1 sumariza os dados climatológicos durante o período de coleta. Os maiores  
160 valores de temperatura do ar foram evidenciados em fev/09 ( $27,76 \pm 0,03$  °C). Já o mês de  
161 out/09 registrou os maiores valores médios de velocidade do vento ( $2,35 \pm 0,0$  m/s), de  
162 radiação solar ( $1238,71 \pm 4,16$  KJm<sup>2</sup>), e as menores precipitações ( $9,40 \pm 0,0$  mm). De modo  
163 que, as maiores precipitações acumuladas dos últimos trinta dias antes da coleta, em cada  
164 Complexo de lagos, evidencia o mês de ago/09, abr e jun/10 como os mais chuvosos ( $324,40$   
165  $\pm 93,98$ ;  $155,14 \pm 18,28$ ; e  $219,74 \pm 45,22$  mm, respectivamente).

166

167 **Tabela 1:** Média dos dados climatológicos dos Complexos estudados na região metropolitana de João  
 168 Pessoa, entre ago/09 e jun/10.  
 169

Variável	Lagoas	ago/09	out/09	dez/09	fev/10	abr/10	jun/10
Temp. do ar (°C)	Três Lagoas	24,55	26,06	27,00	27,80	27,85	26,40
	Jacaré	24,73	26,41	27,00	27,73	27,56	26,28
V. do vento (m/s)	Três Lagoas	2,18	2,35	2,00	2,32	1,88	2,26
	Jacaré	2,19	2,35	2,00	2,21	2,04	2,25
Radiação solar (KJm <sup>2</sup> )	Três Lagoas	761,26	1234,39	958,51	854,05	820,96	763,55
	Jacaré	812,03	1241,95	934,75	847,01	794,51	740,79
Precipitação (mm)	Três Lagoas	424,87	9,40	20,00	54,47	135,60	171,40
	Jacaré	249,05	9,40	29,00	49,10	169,80	256,00

170

171 No Complexo das Três Lagoas, a temperatura da água apresentou variação temporal  
 172 ( $F=51,99$ ,  $p<0,001$ ), com amplitude de 5 °C, de modo que os maiores valores médios foram  
 173 registradas no mês de abr/10 ( $31,16 \pm 0,76$  °C). Também se verificou variação espacial  
 174 ( $F=23,15$ ,  $p<0,001$ ), de modo que a Lagoa Misteriosa apresentou os menores valores médios  
 175 de temperatura da água ( $28,35 \pm 1,32$  °C), sendo os meses de ago/09 e jun/10 os de menor  
 176 valor registrado durante o estudo (27 °C). Nas lagoas deste Complexo a ocorrência de  
 177 macrófitas aquáticas foi pouco intensa ( $1,17 \pm 0,38$ ), sendo marcado principalmente pelas  
 178 famílias Poaceae, Cyperaceae e Convolvulaceae (Tabela 2).

179 No Complexo do Jacaré, a transparência da água apresentou variação temporal  
 180 ( $F=5,35$ ,  $p<0,001$ ), sendo os maiores valores médios registrados no mês de ago/09 ( $1,28 \pm$   
 181  $0,40$  m). Em relação à infestação de macrófitas aquáticas, as lagoas deste Complexo  
 182 apresentaram diferenças espaciais ( $F=15,14$ ,  $p<0,001$ ), uma vez que estas predominaram em  
 183 todo tempo de estudo ( $3,04 \pm 2,22$  ind.) nas Lagoas do Pitibull, Sol e Caraceas. Das espécies  
 184 que ocorreram nestas lagoas, destacam-se as pertencentes à família Characeae, que  
 185 apresentaram maior abundância. A família Poaceae também esteve presente em determinadas  
 186 coletas (Tabela 2).

187 A análise qualitativa das microalgas planctônicas nos dois Complexos lagunares  
 188 estudados mostrou a presença de 80 táxons, distribuídos em quatro divisões, representadas em

189 ordem decrescente por Chlorophyta (40%), seguida por Cyanophyta (26,2%), Bacillariophyta  
 190 (22,5%) e Euglenophyta (11,25%).

191

192 **Tabela 2:** Valores de temperatura e transparência da água e infestação de macrófitas aquáticas dos  
 193 Complexos estudados na região metropolitana de João Pessoa, entre ago/09 e jun/10.

194

Variável	Lagoas	ago/09	out/09	dez/09	fev/10	abr/10	jun/10	
Três Lagoas	Temperatura da água (°C)	Ponte	28,0	28,5	29,0	30,5	31,0	27,5
		Desconhecida	29,0	29,1	29,5	31,0	32,0	27,5
		Misteriosa	27,0	28,1	28,5	29,0	30,5	27,0
	Transparência da água (m)	Ponte	0,8	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
		Desconhecida	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,3
		Misteriosa	0,6	0,5	0,3	0,6	0,7	0,6
	Macrófitas	Ponte	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Desconhecida	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Misteriosa	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Jacaré	Temperatura da água (°C)	Pitibull	27,0	29,0	29,0	30,5	29,0	27,5
		Sol	27,0	29,0	29,5	31,0	29,0	28,0
		Caraceas	27,5	30,0	29,0	30,0	30,0	28,0
		Estação	26,5	29,5	29,0	30,0	29,0	28,0
	Transparência da água (m)	Pitibull	1,7	1,2	0,8	0,5	0,5	0,6
		Sol	1,5	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2
		Caraceas	0,8	0,5	0,7	0,4	0,4	0,7
		Estação	1,1	1,2	1,3	0,8	1,0	1,1
	Macrófitas	Pitibull	1,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		Sol	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		Caraceas	3,0	5,0	4,0	4,0	0,0	1,0
		Estação	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

195

196 A riqueza específica entre os Complexos estudados apresentou a diferença  
 197 significativa ( $F= 20,20$ ;  $p<0,001$ ). Em todos os meses, O Complexo das Três Lagoas  
 198 apontaram maior riqueza ( $18,0 \pm 7,0$  spp.), com um número total de 67 táxons, e o Complexo  
 199 do Jacaré a menor ( $9,0 \pm 4,2$  spp.), com 56 táxons, em todo período de coleta (Figura 3c). Foi  
 200 evidenciada variação espacial significativa ( $F=4,74$ ,  $p<0,05$ ) no Complexo das Três Lagoas,  
 201 entre a Lagoa da Ponte ( $12, \pm 6,6$ ) e Misteriosa ( $22,3 \pm 4,5$ ), de modo que a Lagoa Misteriosa  
 202 foi a de maior riqueza, e temporal no Jacaré ( $F=4,84$ ,  $p<0,01$ ), com a riqueza diminuindo ao  
 203 longo do tempo (Tabela 3; Figura 3).

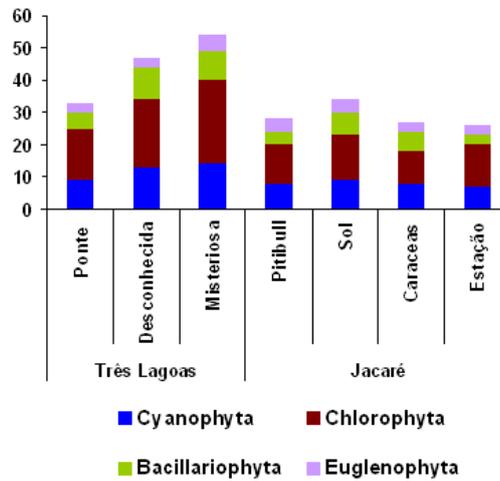
204 Os grupos algais de maior riqueza em ambos Complexos foram Chlorophyta (47% no  
205 Complexo das Três Lagoas e 45% no Complexo do Jacaré), seguidas por Cyanophyta (33%  
206 no Complexo das Três Lagoas e 32% no Complexo do Jacaré). Os maiores valores foram  
207 registrados em jun/10, na Lagoa Misteriosa (com 29 táxons), enquanto que os menores  
208 ocorreram no mês de fev/10 na Lagoa das Caraceas (com apenas dois táxons) (Figuras 2 e 3).

209 Entre as espécies encontradas, nove ocorreram em todos os ecossistemas estudados:  
210 *Aphanothece minutissima*, *Chroococcus minutus*, *Merismopedia glauca*, *Merismopedia* sp.,  
211 *Chlorella* sp., *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus ecornis*, *S. quadricauda* e *Cyclotella*  
212 *striata*. Destes, apenas *A. minutissima*, *M. contortum* e *C. striata* foram considerados muito  
213 freqüentes, ocorrendo em mais de 80% das unidades amostrais no período de coleta. A  
214 maioria das espécies foi considerada rara (representando 76,3% dos táxons encontrados)  
215 (Tabela 3).

216 A densidade fitoplanctônica variou de 222 ind.mL<sup>-1</sup>, na Lagoa das Caraceas, a 227.778  
217 ind.mL<sup>-1</sup>, na Lagoa da Ponte, ambos em fev/10. As maiores densidades foram verificadas no  
218 Complexo das Três Lagoas (56.754 ± 57.676 ind.mL<sup>-1</sup>), sendo 4,9 vezes maior que as  
219 registradas para o Complexo do Jacaré (11.632 ± 11.173 ind.mL<sup>-1</sup>) (Figura 4). Foi constatada  
220 variação espacial no Complexo do Jacaré (F=5,93, p<0,001), onde a Lagoa do Pitibull  
221 diferenciou-se das Lagoas da Caraceas e Estação, pela alta ocorrência de macrófitas aquáticas  
222 em todo ano de coleta, da Lagoa do Pitibull (4,3 ± 1,6).

223 O grupo mais importante em termos numéricos, em ambos Complexos, foi  
224 Cyanophyta com densidade relativa maior que 15 % no Complexo das Três Lagoas (65,77±  
225 27,98 %) e 5 % no Complexo do Jacaré (36,31 ± 25,58 %), em todas as amostras (Figura 5).  
226 *A. minutissima*, espécie pertencente a este grupo, predominou durante os três primeiros meses  
227 de coleta, em ambos complexos, com densidades relativas entre 10,6% na Lagoa da Ponte e  
228 61,3% na Lagoa das Caraceas, ambas no mês de ago/09. Já na Lagoa da Estação, esta

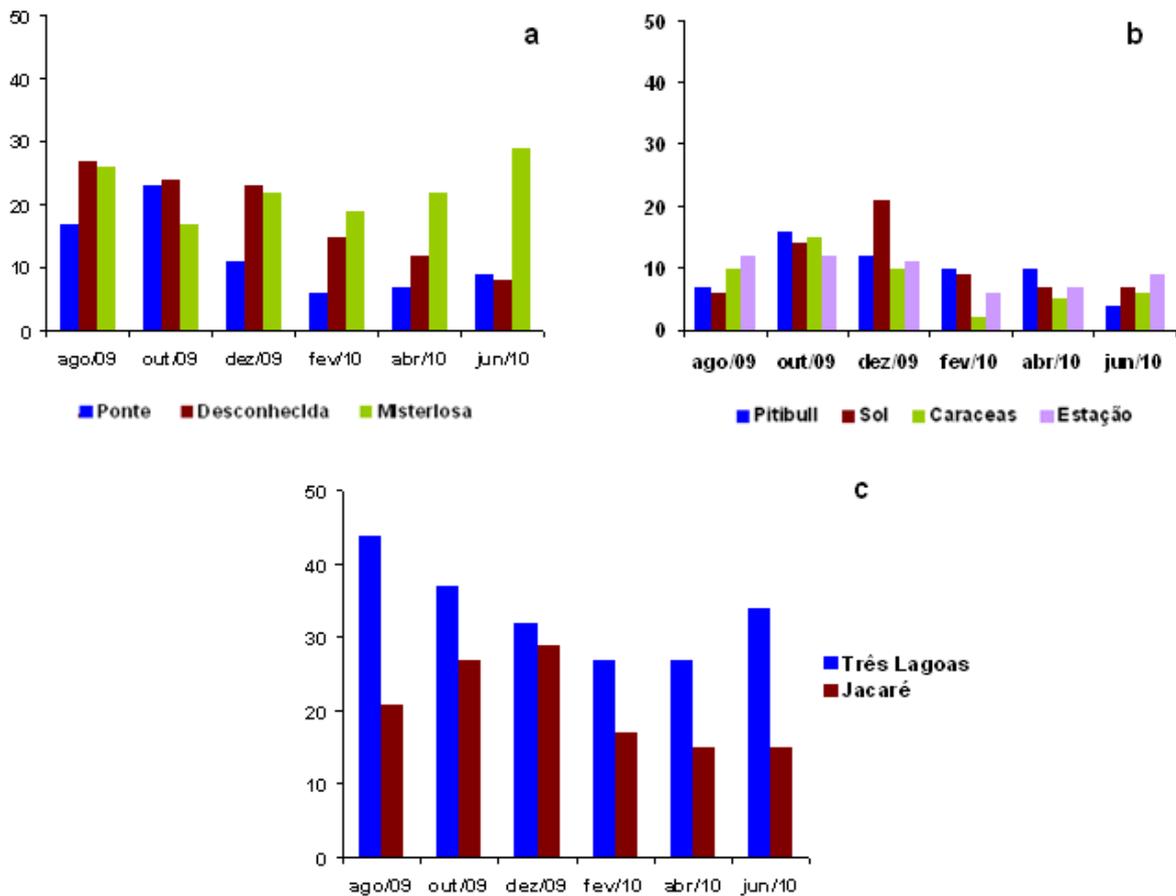
229 Cyanophyta predominou durante todo período amostral, com densidade superior a 20 % das  
 230 amostras (Tabela 4 e 5).



231

232 **Figura 2:** Riqueza específica da comunidade fitoplânctônica, presente nos Complexo das Três Lagoas  
 233 e do Jacaré.

234



235

236 **Figura 3:** Riqueza da comunidade fitoplânctônica presente nos ambientes lênticos localizados nos  
 237 complexos lagunares das Três Lagoas (a), Jacaré (b) e entre os complexos lagunares (c) entre ago/09 e  
 238 jun/10.

239 **Tabela 3:** Lista dos táxons fitoplanctônicos, número de ocorrência (n=37) e frequência de ocorrência  
 240 das espécies encontradas nos ambientes lênticos dos complexos lagunares das Três Lagoas e Jacaré,  
 241 entre ago/09 e dez/09. Legenda: 1 = Ponte; 2 = Desconhecida; 3 = Misteriosa; 4 = Pitibull; 5 = Sol; 6 =  
 242 Caraceas; 7 = Estação; NO = número de ocorrência; FO = frequência de ocorrência; R = espécie rara;  
 243 PF = espécie pouco frequente; F = espécie frequente; MF = espécie muito frequente.  
 244

	T. Lagoas			Jacaré				NO	FO
	1	2	3	4	5	6	7		
<b>CYANOPHYTA</b>									
<i>Anabaena</i> sp.	+	-	+	+	+	-	-	4	R
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & West	-	+	+	-	-	-	-	3	R
<i>Aphanothece minutissima</i> (West) Komárková-Legnerová & Cronberg	+	+	+	+	+	+	+	37	MF
<i>Borzia</i> sp.	-	+	-	-	+	+	-	4	R
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	+	+	+	+	+	+	+	19	F
<i>C. turgidus</i> (Kützing) Nägeli	-	-	-	-	-	+	+	2	R
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	+	+	+	-	-	-	-	17	PF
<i>Geitlerinema</i> sp.	+	+	+	+	-	-	-	6	R
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	+	+	+	+	+	+	+	15	PF
<i>Merismopedia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	25	F
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	-	+	+	-	-	-	-	7	R
<i>M. protocystis</i> Crow	-	+	-	-	-	+	-	2	R
<i>Microcystis</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	3	R
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	+	+	-	-	-	-	3	R
<i>Phormidium acuminatum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	-	-	-	+	-	-	-	1	R
<i>Phormidium</i> sp.	-	-	+	+	+	-	-	3	R
<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	+	-	+	-	-	4	R
<i>Pseudanabaena raphidioides</i> (Geitler) Anagnostidis & Komárek	-	+	-	-	-	-	-	1	R
<i>Pseudanabaena</i> sp.	+	+	+	+	+	-	+	20	F
<i>Radiocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	1	R
<i>Romeria gracilis</i> Tucci	-	-	-	-	-	-	+	1	R
<b>CHLOROPHYTA</b>									
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek	-	-	+	-	+	-	-	2	R
<i>A. gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	+	-	-	-	-	-	-	1	R
<i>A. fusiformis</i> Corda ex Korshikov	+	-	-	-	-	-	-	3	R
<i>Chlamydomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	+	+	2	R
<i>Chlorella</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	21	F
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) Belcher & Swale	+	+	+	+	+	-	-	9	PF
<i>Cosmarium amoenum</i> Brébisson ex Ralfs	-	-	-	+	-	-	-	1	R
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	+	+	+	-	+	-	-	8	PF
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	-	+	+	+	+	-	+	19	F
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	+	+	+	-	+	+	+	14	PF
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	+	+	+	-	+	-	-	5	R
<i>M. contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	+	+	+	+	+	+	+	37	MF

	T. Lagoas			Jacaré				NO	FO
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	+	+	+	-	-	-	-	6	R
<i>Oocystis elliptica</i> West	-	+	+	-	-	-	+	3	R
<i>O. lacustris</i> Chodat	-	-	+	+	+	+	+	7	R
<i>Oocystis</i> sp.	-	+	+	+	+	+	+	18	PF
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	-	+	+	-	-	-	-	4	R
<i>P. tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	+	-	+	-	-	-	-	2	R
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	+	+	+	-	-	-	-	7	R
<i>S. acutus</i> Meyen	-	+	+	-	-	-	-	3	R
<i>S. arcuatus</i> Lemmermann	-	-	+	-	-	-	-	1	R
<i>S. bicaudata</i> Hansgirg	-	+	+	-	-	-	-	4	R
<i>S. decorus</i> Hortobágyi	+	+	+	-	-	-	-	5	R
<i>S. ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	+	+	+	+	+	+	+	17	PF
<i>S. quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	+	+	+	+	+	+	+	20	F
<i>Schroederia judayi</i> Smith	+	+	+	-	-	-	+	6	R
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt	-	+	-	+	+	+	+	10	PF
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	-	-	-	+	-	-	+	2	R
<i>T. incus</i> (Teiling) Komárek & Kovácik	+	+	+	-	-	+	+	7	R
<i>T. minimum</i> (Braun) Hansgirg	-	+	+	+	+	+	-	8	PF
<i>T. trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	-	-	+	-	+	-	-	2	R
<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordstedt) Chodat	-	-	+	-	-	-	-	1	R
<b>BACILLARIOPHYTA</b>									
<i>Amphora montana</i> Krasske	-	-	-	-	+	-	-	1	R
<i>Amphora</i> sp.	-	-	-	+	+	-	+	3	R
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	-	+	+	-	-	-	-	2	R
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	-	-	+	-	-	+	-	2	R
<i>C. striata</i> (Kützing) Grunow	+	+	+	+	+	+	+	31	MF
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	+	-	-	-	-	1	R
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+	+	-	-	+	-	4	R
<i>Gomphonema</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	1	R
<i>Melosira distans</i> (Ehrenberg) Kützing	-	+	+	-	+	-	-	3	R
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	-	+	-	-	+	+	-	4	R
<i>N. dicephala</i> Ehrenberg	-	+	-	+	-	+	-	5	R
<i>N. radiosa</i> Kützing	+	-	-	-	-	-	-	1	R
<i>Navicula</i> sp. 1	+	+	+	+	-	-	+	6	R
<i>Navicula</i> sp. 2	-	+	-	-	-	-	-	1	R
<i>Navicula</i> sp. 3	-	-	+	-	-	-	-	1	R
<i>Nitzschia</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	2	R
<i>Synedra</i> sp. 1	-	-	-	-	+	-	-	1	R
<i>Synedra</i> sp. 2	+	+	+	-	+	-	-	11	PF
<b>EUGLENOPHYTA</b>									
<i>Euglena caudata</i> Hübner	-	-	+	+	+	-	-	4	R
<i>Euglena</i> sp. 1	-	-	-	-	+	-	-	1	R
<i>Euglena</i> sp.2	-	-	+	-	-	+	-	2	R

246 **Tabela 3:** Continuação...

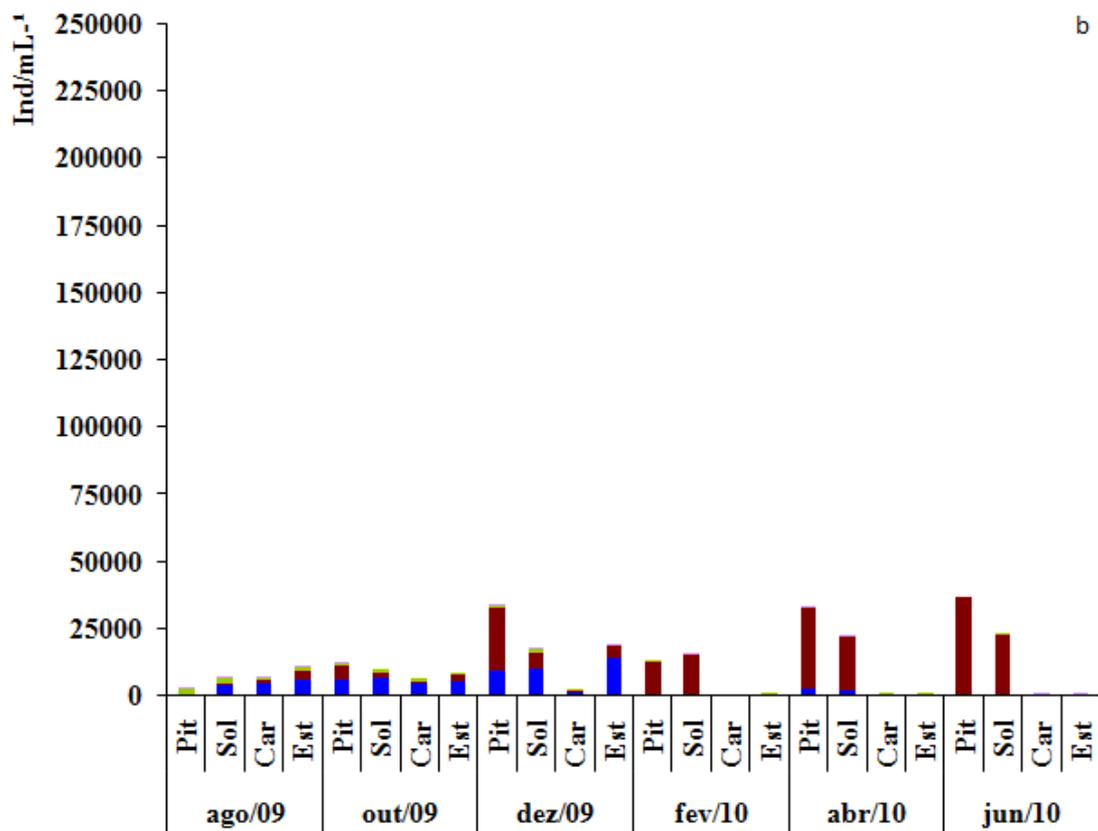
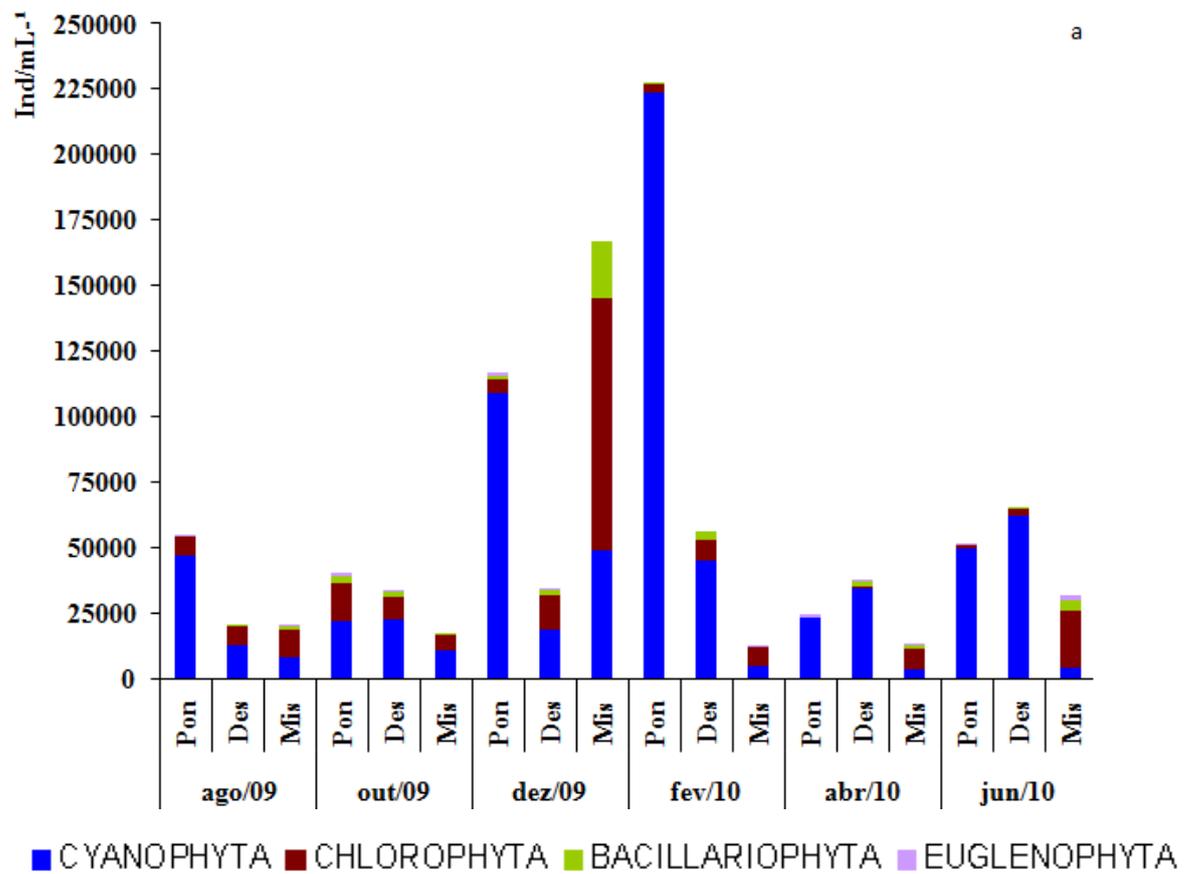
	T. Lagoas			Jacaré				NO	FO
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Hyalophacus</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	1	R
<i>Phacus curvicauda</i> Svirenko	-	-	-	-	-	-	+	1	R
<i>Trachelomonas cervicula</i> A.Stokes	-	+	+	+	-	+	+	7	R
<i>T. hispida</i> (Perty) F.Stein	+	-	-	+	+	-	-	3	R
<i>T. oblonga</i> Lemmermann	+	+	-	-	+	-	-	6	R
<i>T. volvocina</i> Ehrenberg	+	+	+	+	-	-	-	7	R

247

248 No Complexo das Três Lagoas, a Cyanophyta *C. raciborskii*, foi à espécie que  
 249 predominou durante todo o período amostral, principalmente na Lagoa da Ponte e  
 250 Desconhecida. De modo que, esta espécie, foi à responsável pelo pico da densidade,  
 251 registrada na Ponte, em fev/10. Já na Lagoa Misteriosa, a Chlorophyta *M. contortum*  
 252 apresentou maior destaque, com densidades maiores que 25 % em out e dez/09 e fev/10  
 253 (Tabela 4; Figura 4a e 5a).

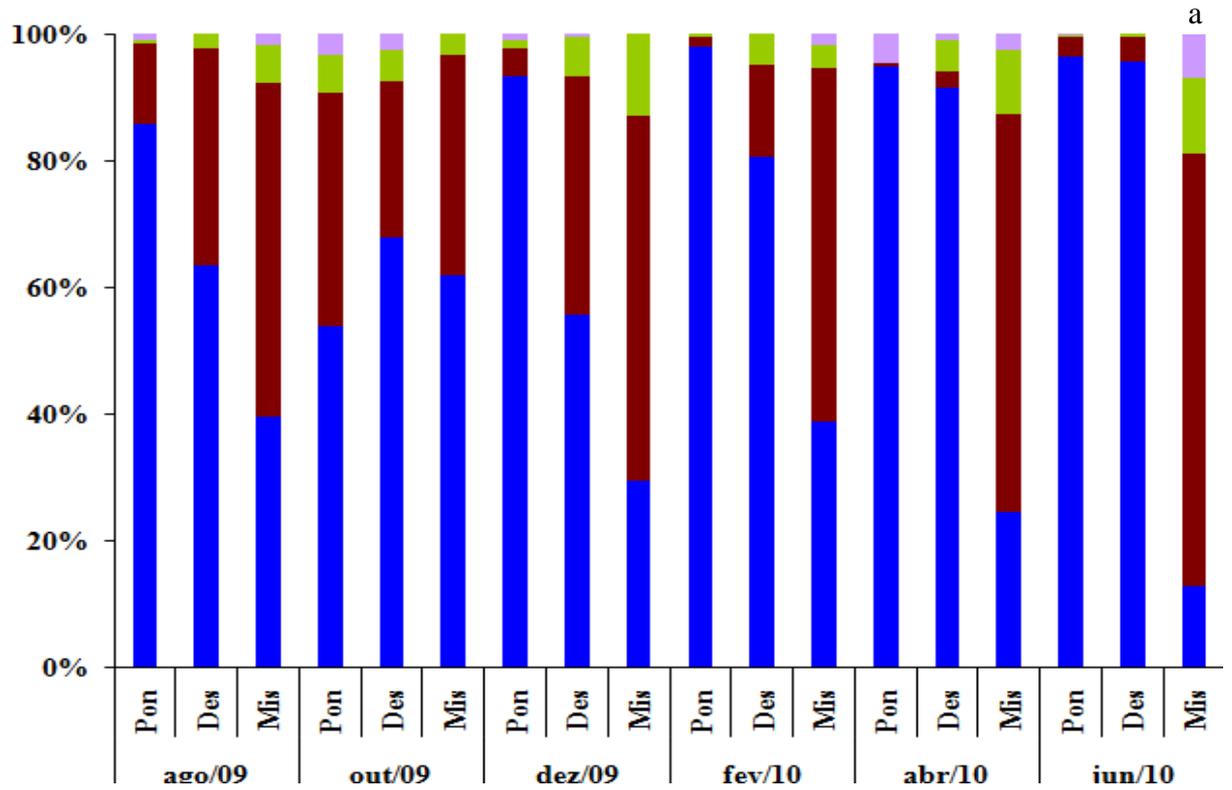
254 No Complexo do Jacaré, outra espécie que também de destacou foi a Bacillariophyta  
 255 *C. striata* na Lagoa Pitibull em ago/08, sendo à espécie de maior contribuição,  
 256 correspondendo a 72 % da amostra. Já a Chlorophyta *S. quadricauda*, contribuiu com o  
 257 aumento da densidade na Lagoa do Pitibull e Sol, nos meses de dez/09, fev, abr e jun/10,  
 258 sendo nos dois últimos meses registrada a maior densidade neste Complexo (Tabela 5; Figura  
 259 4b e 5b).

260 O resultado da análise correspondência canônica encontram-se na tabela 6 e na figura  
 261 6. O teste de Monte Carlo foi significativo ( $p < 0,001$ ), indicando que os acontecimentos não  
 262 ocorreram ao acaso, portanto, houve relações entre as variáveis ambientais e as espécies,  
 263 explicando 88,6 % nos dois primeiros eixos. A variância das espécies explica 19,3 % nos dois  
 264 primeiros eixos (Tabela 6).

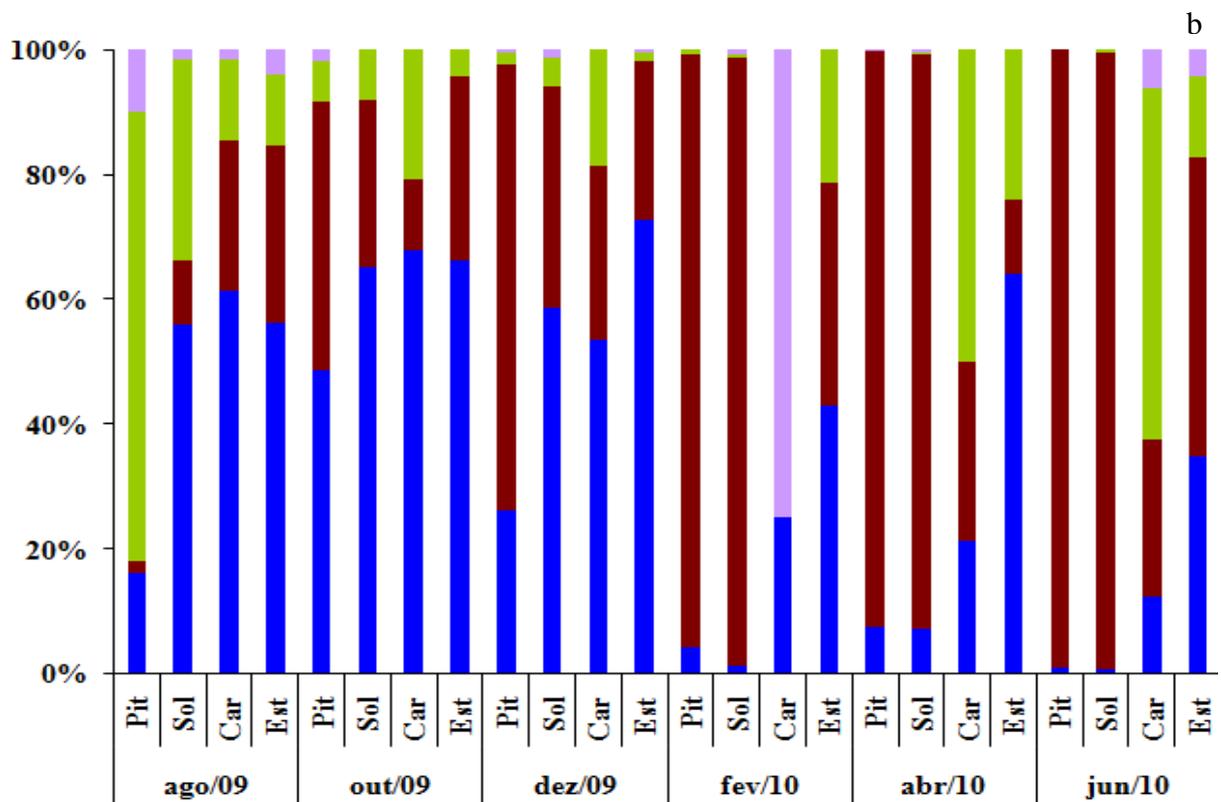


265  
266  
267  
268

**Figura 4:** Densidade relativa (%) dos grupos fitoplantônicos nos ambientes lênticos dos complexos lagunares das Três Lagoas (a) e do Jacaré (b) entre ago/09 e jun/10.



■ CYANOPHYTA ■ CHLOROPHYTA ■ BACILLARIOPHYTA ■ EUGLENOPHYTA



269  
270  
271  
272

**Figura 5:** Densidade total (ind.mL<sup>-1</sup>) dos grupos fitoplanctônicos nos ambientes lênticos dos complexos lagunares das Três Lagoas (a) e do Jacaré (b) entre ago/09 e jun/10.

273 **Tabela 4:** Densidade relativa (%) das espécies mais representativas nos ambientes lênticos do  
 274 Complexo das Três Lagoas entre ago/09 e jun/10. Legenda: P = Ponte; D = Desconhecida; M =  
 275 Misteriosa; - = ausência do táxon; + = ocorrência <1; em negrito as espécies >10% da densidade total.  
 276

	ago/09			out/09			dez/09			fev/10			abr/10			jun/10		
	P	D	M	P	D	M	P	D	M	P	D	M	P	D	M	P	D	M
<b>Cyanophyta</b>																		
<i>Aphanotece minutissima</i>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>29</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>17</b>	4	6	5	1	1	<b>12</b>	+	1	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	<b>48</b>	<b>33</b>	3	<b>17</b>	<b>19</b>	-	<b>72</b>	10	+	<b>94</b>	<b>59</b>	+	<b>89</b>	<b>88</b>	3	<b>95</b>	<b>86</b>	1
<i>Merismopedia</i> sp.	5	3	<b>11</b>	-	9	9	1	5	6	-	<b>15</b>	<b>21</b>	2	2	2	-	-	4
<i>Microcystis aeruginosa</i>	-	6	-	-	<b>14</b>	<b>21</b>	-	3	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
<b>Chlorophyta</b>																		
<i>Chlorella</i> sp.	-	-	<b>13</b>	8	5	-	+	5	7	+	2	+	-	-	6	+	1	-
<i>Closteriopsis acicularis</i>	-	+	-	4	+	+	-	<b>20</b>	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	-	2	<b>25</b>	-	+	2	-	+	-	-	+	7	-	-	<b>31</b>	-	+	<b>36</b>
<i>Monoraphidium contortum</i>	5	<b>16</b>	+	<b>16</b>	4	<b>27</b>	2	7	<b>36</b>	-	9	<b>33</b>	+	+	3	2	2	8
<i>Scenedesmus ecornis</i>	2	3	+	+	<b>10</b>	-	-	+	1	+	-	8	-	+	0	-	-	2
<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	<b>11</b>	-	-	4
<b>Bacillariophyta</b>																		
<i>Cyclotella striata</i>	-	-	4	5	+	1	1	3	4	-	1	4	-	1	<b>10</b>	-	-	6
<b>Outras algas</b>																		
	18	27	29	21	21	11	4	18	27	1	9	20	7	6	22	2	8	39

277

278 Os coeficientes canônicos para o eixo 1 mostraram que a infestação de macrófitas foi a  
 279 variável de maior peso na separação das unidades amostrais dos dois Complexos. De modo  
 280 que as maiores densidades de macrófitas aquáticas ocorreram nos ambientes onde a riqueza e  
 281 densidade fitoplanctônica era mínima. A Lagoa das Caraceas, em algumas épocas, e as  
 282 Lagoas do Pitibull e Sol apresentaram-se disposta no lado negativo do gráfico,  
 283 correlacionando-se com essa variável. Enquanto o Complexo das Três Lagoas se ordenaram  
 284 no sentido inverso (Figura 6).

285 O eixo 2 foi positivamente associado com a transparência da água, indicando que as  
 286 lagoas do Complexo do Jacaré, com alta ocorrência de macrófitas aquáticas, eram mais claras,  
 287 enquanto que as lagoas do Complexo das Três Lagoas, com baixa ocorrência de macrófitas,  
 288 eram mais turbidas, devido a maior densidade algal, especialmente *C. raciborskii*, uma  
 289 Cyanophyta tolerante a sombra.

290 **Tabela 5:** Densidade relativa (%) das espécies mais representativas nos ambientes lênticos do Complexo do Jacaré entre ago/09 e jun/10. Legenda: P =  
 291 Pitibull; S = Sol; C = Caraceas; E = Estação; - = ausência do táxon; + = ocorrência <1; em negrito as espécies >10% da densidade total.  
 292

	ago/09				out/09				dez/09				fev/10				abr/10				jun/10				
	P	S	C	E	P	S	C	E	P	S	C	E	P	S	C	E	P	S	C	E	P	S	C	E	
<b>Cyanophyta</b>																									
<i>Aphanotece minutissima</i>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>61</b>	<b>50</b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>44</b>	3	-	-	<b>36</b>	+	-	-	-	<b>44</b>	+	+	<b>13</b>	<b>22</b>
<i>Chroococcus minutus</i>	-	-	-	-	+	-	2	+	+	4	-	+	-	+	<b>25</b>	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	6	9	<b>13</b>	-	+	10	<b>11</b>	2	-	1	-	-	-	3	7	-	<b>16</b>	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia</i> sp.	-	<b>32</b>	-	-	7	9	<b>23</b>	<b>27</b>	5	<b>31</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	-	-	-	-	3	-	<b>14</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Chlorophyta</b>																									
<i>Chlamydomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>75</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Chlorella</i> sp.	-	-	-	1	-	7	+	1	2	-	<b>12</b>	2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	-	-	-	-	6	8	-	-	9	<b>24</b>	-	-	1	6	-	-	4	-	-	-	2	-	-	<b>26</b>	-
<i>Monoraphidium contortum</i>	1	2	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	2	6	<b>14</b>	-	+	<b>14</b>	<b>15</b>	2	1	-	<b>29</b>	+	1	-	4	-	+	<b>13</b>	9	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>58</b>	-	-	-	<b>90</b>	<b>87</b>	-	-	<b>86</b>	<b>89</b>	<b>14</b>	4	<b>97</b>	<b>96</b>	-	-	-
<i>Tetraedron minimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	<b>14</b>	-	-	-	2	6	-
<b>Bacillariophyta</b>																									
<i>Cyclotella striata</i>	<b>72</b>	<b>32</b>	8	<b>10</b>	+	7	5	4	2	2	<b>12</b>	1	-	+	-	<b>14</b>	-	-	<b>50</b>	<b>24</b>	-	+	<b>56</b>	<b>13</b>	-
<b>Euglenophyta</b>																									
<i>Euglena caudata</i>	<b>10</b>	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Outras algas</b>	3	10	19	11	22	20	30	16	3	15	14	8	2	4	0	14	1	1	0	8	0	1	12	26	-

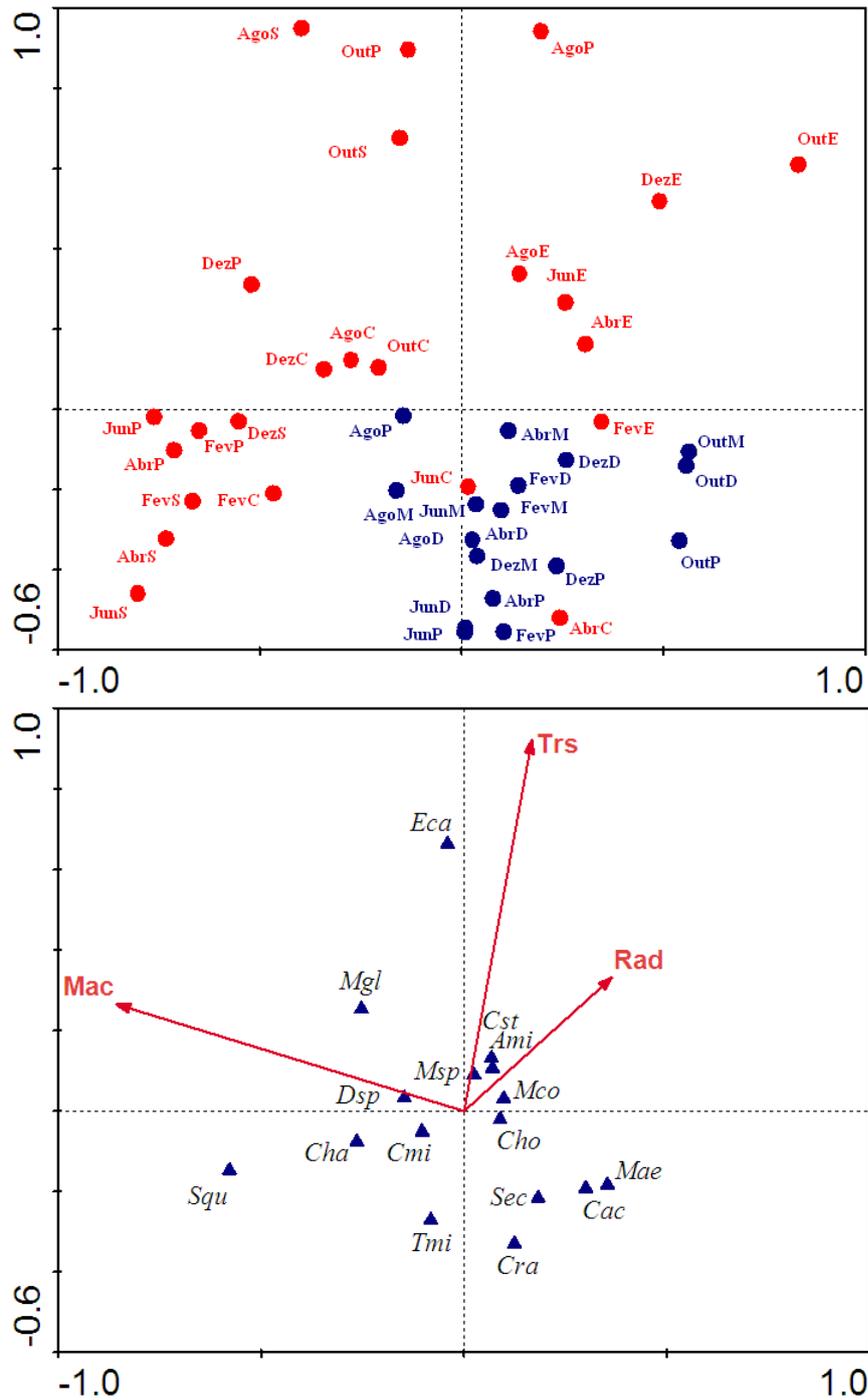
293 **Tabela 6:** Resumo estatístico e coeficientes de correlação entre as espécies fitoplanctônicas e variáveis  
 294 abióticas dos dois primeiros eixos da ACC nos complexos lagunares das Três Lagoas e Jacaré, entre  
 295 agosto/2009 e junho/2010.  
 296

	<b>Eixo 1</b>		<b>Eixo 2</b>	
Eigenvalue	0.248		0.170	
Variância acumulada dos dados bióticos (%)	11.5		19.3	
Variância acumulada da relação espécie-ambiente (%)	52.6		88.6	
Correlação espécies-ambiente	0.702		0.759	
Teste de Monte Carlo				
Significância do 1º eixo	0.002			
Significância de todos os eixos (p)	0.001			
	<b>Correlação intra-set</b>		<b>Correlação canônica</b>	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Radiação (Rad)	0.2559	0.2518	0.3646	0.3318
Transparência da água (Trs)	0.1171	0.7002	0.1668	0.9224
Macrófitas (Mac)	-0.6014	0.2009	-0.8568	0.2647

297

298       O Complexo do Jacaré apresentou forte dispersão espacial e temporal. As Lagoas do  
 299 Pitibull e Sol apresentaram variação temporal semelhante, sendo estas separadas apenas por  
 300 bancos de areia. Já Caraceas e Estação apresentaram diferenças entre si, ao longo do tempo,  
 301 de modo que os maiores valores de transparências e radiação foram verificados sempre na  
 302 Estação.

303       No Complexo das Três Lagoas, as espécies que se correlacionaram negativamente  
 304 com a ocorrência de macrófitas aquáticas foram as Cyanophyta *M. aeruginosa* e *C.*  
 305 *raciborskii* e as Chlorophyta *C. acicularis*, *S. ecornis* e *T. minimum*. Já nas lagoas do Jacaré,  
 306 foram mais representativos as espécies de Cyanophyta *M. glauca* e *C. minutus*, e de  
 307 Chlorophyta *Chlamydomonas* sp. e *S. quadricauda*, ocorrendo principalmente, no período em  
 308 que a densidade das macrófitas aquáticas diminuía. A Euglenophyta *Euglena caudata* esteve  
 309 relacionada positivamente no eixo 2, influenciado pela transparência.



310

311 **Figura 6:** Ordenação pela ACC das unidades amostrais nas Três Lagoas e no Jacaré, baseada em três  
 312 variáveis ambientais e dezesseis variáveis biológicas, durante o período amostral de ago/09 a jun/10.  
 313 Legendas: macrófitas (Mac), transparência (Trs), radiação (Rad); *Aphanothece minutissima* (Ami),  
 314 *Chroococcus minutus* (Cmi), *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cra), *Merismopedia glauca* (Mgl),  
 315 *Merismopedia* sp. (Msp), *Microcystis aeruginosa* (Mae), *Chlorella* sp. (Cho), *Closteriopsis acicularis*  
 316 (*Cac*), *Dyctiospherium* sp. (*Dsp*), *Monoraphidium contortum* (*Mco*), *Scenedesmus ecornis* (*Sec*), *S.*  
 317 *quadricauda* (*Squ*), *Tetraedron minimu* (*Tmi*), *Cyclotella striata* (*CST*), *Euglena caudata* (*Eca*) e  
 318 *Chlamydomonas* sp (*Cha*). As unidades amostrais são indicadas pelas três primeiras letras do mês e  
 319 pela letra inicial da lagoa. Os círculos em azul referem-se ao Complexo das Três Lagoas e em  
 320 vermelho ao do Jacaré.

#### 321 4.4. Discussão

322

323 A composição das comunidades fitoplanctônicas, de acordo com Margalef (1983), é  
324 muito variada nos ambientes e tem como característica refletir toda e qualquer alteração  
325 ambiental ocasionada por fatores externos e internos.

326 Com base nos resultados deste estudo, foi possível observar a diferença entre o  
327 Complexo das Três Lagoas e Jacaré. Mesmo ambos localizando-se em área urbana, as Três  
328 Lagoas apresentaram as maiores densidades e riquezas das espécies fitoplanctônicas nos  
329 meses em que a densidade de macrófitas era baixa. Já os valores de densidade e riqueza em  
330 Jacaré mantiveram-se baixo ao longo do tempo, uma vez que este Complexo apresentava  
331 sempre as maiores densidades de macrófitas aquáticas. Mesmo assim, os grupos Chlorophyta  
332 e Cyanophyta foram os mais importantes em ambos Complexos.

333 No Complexo das Três Lagoas, os grupos de maior riqueza foram as Chlorophyta e de  
334 maior densidade as Cyanophyta. Em relação às Chlorophyta, Reynolds et al. (2002) e Oliveira  
335 et al (2007), verificaram que os gêneros *Ankistrodesmus*, *Monoraphidium*, *Pediastrum*,  
336 *Scenedesmus* e *Tetraedron*, alguns representantes da ordem Chlorococcales, são salientes de  
337 ambientes aquáticos rasos e de alto teor de nutrientes e alta disponibilidade de luz. Esses  
338 organismos são observados com frequência em ecossistemas aquáticos brasileiros inclusive  
339 nos Complexos aqui estudados. Segundo Bicudo e Menezes (2006), *Scenedesmus* é a mais  
340 comum e cosmopolita dos gêneros de algas verdes, são facilmente encontrados em qualquer  
341 coleta de água que seja feita. A maior contribuição desses organismos tem sido evidenciada  
342 em outros estudos (Sant'anna et al., 1997; Silva, 1999; Matsuzaki et al., 2004; Barbosa e  
343 Mendes, 2005; Iwata e Câmara, 2007; Lira et al., 2007; Crossetti et al., 2008), de modo que  
344 as espécies pertencentes a este grupo, são capazes de responder rapidamente as variações  
345 espaciais e temporais (Gomes, 2007; Perbiche-Neves et al., 2007).

346 Já espécies pertencentes à divisão Cyanophyta, muito conhecidas do ponto de vista  
347 ecológico e sanitário por causar inúmeros problemas ao sistema aquático (Brandão et al.,  
348 1996; Codd et al., 2005), tiveram maior importância na densidade fitoplanctônica,  
349 principalmente nas Três Lagoas. Florações de algas planctônicas são resultados da elevada  
350 carga de nutrientes em ecossistemas aquáticos (Azevedo et al., 1994), oriundos das várias  
351 entradas de esgotos domésticos e industriais advindos de sua bacia, tornando esses corpos  
352 hídricos eutrofizados (Sant'anna et al., 2006), características semelhantes as da bacia das Três  
353 Lagoas.

354 Durante o período de menor transparência e elevadas temperaturas da água, as  
355 Cyanophyta tiveram maior densidade, nas Três Lagoas. Dentre as espécies deste grupo, a *C.*  
356 *raciborskii* teve maior sucesso. Esses resultados corroboraram com os estudos realizados por  
357 Tucci e Sant'anna (2003); Padovesi-Fonseca e Philomeno (2004); Matsuzaki et al. (2004); e  
358 Monteiro et al. (2007); que analisaram a composição fitoplanctônica em reservatórios no  
359 Brasil, onde a referida espécie se destacou nas condições de baixa transparências e altas  
360 temperaturas. O sucesso ecológico desta Cyanophyta está diretamente relacionado à sua  
361 capacidade de migração na coluna d'água por possuírem vacúolos gasosos que permitem a  
362 otimização da absorção da luminosidade (Padisák, 1997; Matsuzaki et al., 2004; Tucci e  
363 Sant'anna, 2003). Ainda segundo os autores, é devido a esses vacúolos gasosos que estas  
364 espécies tornam-se menos densas, garantindo a sua flutuabilidade. Além desta Cyanophyta,  
365 outra que se destacou no período de baixas transparências foi *M. aeruginosa*, resultado  
366 também encontrado por Padovesi-Fonseca e Philomeno (2004), argumentando que a mudança  
367 nas condições ambientais favorecem grupos distintos.

368 Os ecossistemas amostrados nas Três Lagoas apresentaram as maiores temperaturas do  
369 ar e da água, em fev/10, coincidentes com a elevada densidade de cianobactérias. Conforme  
370 Gentil (2000), as cianobactérias dominam nos meses de maiores temperaturas, uma vez que,

371 de acordo com Robarts e Zohary (1987), este fator acelera a taxa metabólica, permitindo o  
372 crescimento desses organismos, favorecendo, assim, a formação de florações no sistema  
373 hídrico.

374 A análise multivariada (ACC) permitiu a interpretação conjunta dos dados abióticos e  
375 bióticos, os quais mostraram que a ocorrência de indivíduos, responsáveis pelos maiores  
376 valores de densidade fitoplanctônica, nas Três Lagoas ocorreram nos períodos de menor  
377 transparência. Tal resultado corrobora com o estudo realizado por Monteiro et al. (2007), ao  
378 monitorar um reservatório no sertão pernambucano. Estes autores observaram que os maiores  
379 valores de densidade fitoplanctônica tiveram relacionados com a menor transparência da  
380 água. Neste estudo, estes autores também encontraram que elevados valores de turbidez,  
381 ocasionados por precipitações pluviométricas mais intensas são outro fator que propicia o  
382 aumento da densidade do fitoplâncton. Entretanto, essa correlação não ocorre no presente  
383 estudo.

384 Outra variável que influenciou o aumento da densidade fitoplanctônica foi à radiação,  
385 uma vez que, pela ACC, observa-se que esta variável é inversamente proporcional ao  
386 desenvolvimento do fitoplâncton, de modo que nos períodos de maior radiação, a riqueza e  
387 densidade das espécies desse período são mínimas, sendo as lagoas do Jacaré as mais  
388 influenciadas por essa variável. Segundo Esteves (1998), a variação temporal do fitoplâncton  
389 em lagos tropicais é controlada, principalmente, por fatores externos como o vento, a  
390 precipitação e a radiação incidente e por fatores internos como a turbulência, a estratificação e  
391 a desestratificação da coluna d'água. As lagoas do Complexo do Jacaré tiveram um  
392 comportamento semelhante às dez lagoas dos Lençóis Maranhenses (MA), estudados por  
393 Moschini-Carlos et al. (2008), em que consideram a elevada radiação solar um dos fatores  
394 limitantes para algas planctônicas.

395 Mas a variável de maior peso na diferenciação dos lagos foi à ocorrência de macrófitas  
396 aquáticas, principalmente, no Pitibull, Sol e Caraceas, que resultou num fator determinante  
397 para o desenvolvimento do fitoplâncton. As lagoas do Complexo das três Lagoas também  
398 registraram baixos valores de densidades fitoplanctônicas nos períodos de maior ocorrência de  
399 macrófitas.

400 De acordo com Junk (1980); Granéli e Solander (1988); Jorgensen (1990); Beyruth  
401 (1992); e Taniguichi et al. (2004); as macrófitas aquáticas são conhecidas por poder  
402 desempenhar várias ações e funções nos ecossistemas aquáticos, atuando na filtração do  
403 material alóctone, estabilização de sedimentos, reciclagem de nutrientes (podendo assimilar  
404 elementos retidos no sedimento) e diversificação de habitats, servindo de substratos para o  
405 perifíton. Portanto, a presença de macrófitas aquáticas proporciona a heterogeneidade dos  
406 habitats aquáticos (Thomaz e Bini, 1998). Além disso, competem diretamente com o  
407 fitoplâncton por luz (O'Farrel et al., 2007) e nutrientes (Peretyatko et al., 2006; Bicudo et al.,  
408 2007), influenciando na estrutura e dinâmica do fitoplâncton (Takamura et al., 2003), dessa  
409 forma, alternado o funcionamento dos lagos rasos (Scheffer, 2001).

410 Em ecossistemas rasos, como as lagoas dos Complexos estudados, são comuns a  
411 ocorrência de macrófitas aquáticas. Porém, a elevada biomassa desses vegetais podem levar a  
412 um estado de águas límpidas, livre de turbidez e de fitoplâncton, ou um estado com águas  
413 túrbidas, dominado pelo fitoplâncton, sem macrófitas aquáticas (Scheffer, 2001; Scheffer e  
414 Van Nes, 2007), como verificado nas lagoas do Jacaré e das Três lagoas, respectivamente. De  
415 acordo com Beyruth (1992); e Tucci e Sant'Anna (2003), bancos de macrófitas aquáticas  
416 contribuem para a elevação da transparência do ecossistema aquático, e diminuem o  
417 revolvimento das águas promovido pela ação do vento (minimiza a turbulência).

418 Segundo Scheffer e Van Nes (2007), ao estudar lagos rasos urbanos, identificaram que  
419 estes podem apresentar um estado de águas turvas, dominados pelo fitoplâncton e sem

420 macrófitas. Estes autores enfatizam que lagos rasos que recebem aporte de nutrientes de suas  
421 bacias favorecem o aumento do fitoplâncton, que dificultam o surgimento de macrófitas  
422 submersas, devido ao sombreamento causado por esses organismos e pela ressuspensão dos  
423 sedimentos através da ação das ondas ocasionadas pela ação do vento ou pelos peixes, além  
424 de apresentar baixas transparências. Fato observado nas lagoas pertencentes ao Complexo das  
425 Três Lagoas. Ou podem apresentar-se, ainda segundo os autores, em um estado com elevada  
426 abundância de macrófitas aquáticas, que por sua vez, reduzem a turbidez da água, permitindo  
427 uma maior transparência, que muitas vezes chega ao sedimento, ocasionando, portanto, um  
428 efeito negativo sobre a biomassa fitoplanctônica. Fato observado no estudo das lagoas  
429 pertencentes ao Complexo do Jacaré. Esse fator controlador das macrófitas aquáticas sobre a  
430 comunidade fitoplanctônica também foi observado por outros autores. Crossetti (2006) e  
431 Fuentes et al. (2010) observaram, em seus estudos, que em períodos de rápida expansão de  
432 macrófitas aquáticas flutuantes, a competição por nutrientes e luz, reduzindo, assim, a  
433 densidade algal. Entretanto, numa fase sem macrófitas, a densidade algal é elevada, reduzindo  
434 a transparência da água.

435       Em contra partida, Taniguchi et al. (2005), ao estudar a Lagoa Diogo – SP, observou  
436 que os maiores valores de densidade fitoplanctônica da região litorânea foram registrados  
437 dentro de um banco de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia azurea*). Resultado  
438 diferente do encontrado nas lagoas do Jacaré, onde as maiores ocorrências eram de macrófitas  
439 submersas (pertencentes à família Characeae).

440       De acordo com Gomes (2007), ecossistemas rasos caracterizados por apresentar  
441 circulação da coluna d'água, transparência atingindo o substrato, baixos valores de riqueza e  
442 densidade fitoplanctônica e flora abundante de macrófitas subaquáticas, características essas  
443 com algumas semelhanças aos dos lagos do Jacaré, podem ser considerados oligotrófico. Por  
444 outro lado, Peretyatko et al. (2006) afirmaram que pequenos lagos com alta carga de

445 nutrientes pode ter águas de cor clara, turva ou intermediária, com baixa, alta e média  
446 densidade de fitoplâncton, respectivamente.

447         Dessa forma, para descobrir o grau trófico de um determinado ecossistema aquático, é  
448 interessante a análise de nutrientes presentes no meio. Porém, a análise biológica é um meio  
449 de grande importância, que também nos permite descobrir o nível de poluição do meio e  
450 ainda, o local que está com maior impacto. Isso é possível através da identificação das  
451 espécies bioindicadoras do estado trófico aquático. Assim sendo, de acordo com as espécies  
452 identificadas nas Três Lagoas, este Complexo pode ser considerado eutrófico. Por outro lado,  
453 Jacaré pode ser identificado como um sistema hídrico oligotrófico, devido à presença de  
454 espécies típicas de ecossistemas com baixo teor de nutrientes.

455

#### 456 **4.5. Conclusão**

457

458         O fator de maior importância nas variações da densidade fitoplanctônica desses  
459 ecossistemas fragmentados estiveram relacionadas à ocorrência de macrófitas aquáticas, uma  
460 vez que estas influenciam na dinâmica e estrutura da comunidade fitoplanctônica.

461         Os grupos mais importantes em termos numéricos foram Chlorophyta, seguida por  
462 Cyanophyta, durante todo o estudo e em todos os ecossistemas analisados. Destas, as de maior  
463 densidade foram as Cyanophyta, *A. minutissima* predominou durante os três primeiros meses  
464 de coleta, em ambos complexos e *C. raciborskii* predominou durante todo o período amostral,  
465 principalmente na Ponte e Desconhecida. No Jacaré, duas espécies contribuíram para o  
466 aumento da densidade no Pitibull e no Sol, foram estas, a Bacillariophyta *C. striata* e  
467 Chlorophyta *S. quadricauda*.

468         Assim, as Três Lagoas apresentaram a maior riqueza e densidade de espécies,  
469 principalmente, de algas bioindicadoras do estado de eutrofização do sistema hídrico, o que

470 causa um comprometimento de seu uso. Enquanto que, o Complexo do Jacaré apresentou uma  
471 composição mais típica de um ecossistema com menores concentrações de nutrientes,  
472 podendo ser considerado oligotrófico.

473

#### 474 **Agradecimentos**

475

476 À Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), pela disponibilidade de recursos para  
477 realização deste trabalho, e aos colegas de laboratório, pelo auxílio nas coletas.

478

479 **4.6. Referências**

480

481 AYRES, M., AYRES Jr., M., AYRES, DL. e DOS SANTOS, AAS. 2003. *BioEstat,*  
482 *aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas.* Belém, Sociedade Civil Mamirauá.

483

484 AZEVEDO, SMFO., EVANS, WR., CARMICHAEL, WW. e NAMIKOSHI, M. 1994. First  
485 report of microcystins from a Brazilian isolate of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*.  
486 *Journal of Applied Phycology*, vol. 6, p. 261-265.

487

488 BARBOSA, JEL. e MENDES, JS. 2005. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos  
489 físicos e químicos das águas do reservatório Acauã, semiárido paraibano. In SOCIEDADE  
490 BRASILEIRA DE FICOLOGIA (Org.). *Formação de Ficólogos: um compromisso com a*  
491 *sustentabilidade dos recursos aquáticos.* Rio de Janeiro: Museu Nacional, 339-360 p.

492

493 BEYRUTH, Z. 1992. Macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-mirim, São  
494 Paulo, Brasil. *Revista Saúde Pública*, vol. 26, no. 4 p.276-282.

495

496 BICUDO, CEM. e MENEZES, M. 2006. *Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil.*  
497 *Chave para identificação e descrição.* 2ª ed. RiMa Editora, São Carlos.

498

499 BICUDO, DC., FONSECA, BM. e BINI, LM. 2007. Undesirable side-effects of water  
500 hyacinth control in a shallow tropical reservoir. *Freshwater Biol.*, vol. 52, p. 1120–1133.

501

502 BOUVY, M., BA, N., KA, S., SANE, S., PAGANO, M. e ARFI, R. 2006. Phytoplankton  
503 community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (lake  
504 Guiers, Senegal). *Hydrobiologia*, vol. 45, p. 147-161.

505

506 BOZELLI, RL., e HUSZAR, VLM. 2003. Comunidades Fito e Zooplanctônicas Continentais  
507 em Tempo de Avaliação. *Limnotemas*, no. 3. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de  
508 Limnologia, 32 p.

509

510 BRANDÃO, CCS., LACERDA, MRS. e ABREU, MC. 1996. *Influência do tempo de*  
511 *floculação na filtração direta de águas com baixa turbidez e teor elevado de algas*. In: Anais  
512 do VII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Lisboa, Portugal.

513

514 COOD, GA., LINDSAY, J., YOUNG, FM., MORRISON, LF. e METCALF, JS. 2005.  
515 Harmful Cyanobacteria: From mass mortalities to management measures. *Aquatic ecology*  
516 *series*. vol. 3, no. 1, p. 1-23.

517

518 CROSSETTI, LO. *Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no período de oito*  
519 *anos em ambiente eutrófico raso (Lago das Garças), Parque Estadual das Fontes do*  
520 *Ipiranga, São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP.  
521 Ribeirão Preto. 2006. [Doutorado em Ciências].

522

523 CROSSETTI, LO., BICUDO, DC., BICUDO, CEM. e BINI, LM. 2008. Phytoplankton  
524 biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process.  
525 *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, p. 1061-1067.

526

527 ESTEVES, FA. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência -  
528 FINEP, 545 p.  
529

530 FERRAGUT, C., LOPES, MRM., BICUDO, DC., BICUDO, CEM. e VERCELLINO, IS.  
531 2005. Ficoflórula perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório  
532 oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo). *Hoehnea*, vol. 32, no. 2, p. 137-184.  
533

534 FONSECA, BM. e BICUDO, CEM. 2010. How important can the presence/ absence of  
535 macrophytes be in determining phytoplankton strategies in two tropical shallow reservoirs  
536 with different trophic status? *Journal of Plankton Research*. vol. 32, no. 1, p. 31–46.  
537

538 FUENTES, EV., OLIVEIRA, HSB., CORDEIRO-ARAÚJO, MK., SEVERI, W. e MOURA,  
539 AN. 2010. Variação Espacial e Temporal do Fitoplâncton do Rio de Contas, Bahia, Brasil.  
540 *Revista Brasileira de Engenharia e Pesca*, vol. 5, no. 2, p. 13-25.  
541

542 GENTIL, RC. *Variação sazonal do fitoplâncton de um lago subtropical eutrófico e aspectos*  
543 *sanitários, São Paulo, SP*. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2000. [Mestre em Saúde  
544 Pública].  
545

546 GERMAIN, H. 1981. *Flore des Diatomées*. Societé Nouvelle des Éditions Boubée, Paris.  
547

548 GOMES, PP. *Variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica da Lagoa Bonita,*  
549 *DF*. Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília. Brasília. 2007. [Mestre em  
550 Ecologia].  
551

552 GRANÉLI, W. e SOLANDER, D. 1988. Influence of aquatic macrophytes on phosphorus  
553 cycling in lakes. *Hydrobiologia*, vol. 170, p. 245-266.  
554

555 HUSZAR, VLM. e SILVA, LHS. 1999. Cinco décadas de estudos sobre a ecologia do  
556 fitoplâncton no Brasil. Rio de Janeiro, SBL. *Limnotemas*, no. 2, p. 1-22.  
557

558 IWATA, BF. e CÂMARA, FMM. 2007. *Caracterização ecológica da comunidade*  
559 *fitoplanctônica do Rio Poti na cidade de Teresina no ano de 2006*. II Congresso de Pesquisa e  
560 Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa – PB. João Pessoa.  
561

562 JORGENSEN, SE. 1990. Erosion and filtration. In: JORGENSEN, SE. e LOFFLER, H.  
563 (Orgs.). *Guidelines of lake management*. III. Lake Shore Management. International Lake  
564 Environment Committee Foundation / United Nations Environment Programme: Shiga, 13-19  
565 p.  
566

567 JUNK, WJ. 1980. Areas inundáveis: Um desafio para Limnologia. *Acta Amazonica*, vol. 10,  
568 no. 4, p. 775-795.  
569

570 KOMÁREK, J. e ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokayota 2. Teil Oscillatoriales. In:  
571 BRIDEL, B., GASTER, G., KRIENITZ, L. e SCHARGERL, M. (Orgs.). *Cyanoprokaryota*.  
572 *Subwasserflora von Mitteleuropa*. Elsevier: Spektrum Akademischer Verlag, Munique, 759p.  
573

574 LIRA, GAST., BITTENCOURT-OLIVEIRA, MC. e MOURA, AN. 2007. Caracterização  
575 ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do Estado de  
576 Pernambuco. *Revista Brasileira de Biociências*, vol. 5, no. 2, p. 219-221.

577

578 LOBO, E. e LEIGHTON, G. 1986. Estruturas comunitarias de las fitocenosis planctonicas de  
579 los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista*  
580 *Biologia Marina*, vol. 22, p. 1-29.

581

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

583

584 MATEUCCI, SD. e COLMA, A. 1982. La Metodologia para el Estudio de la Vegetacion.  
585 *Coleccion de Monografias Cientificas - Série Biologia*. no. 22, p. 168.

586

587 MATSUZAKI, M., MUCCI, JLN. e ROCHA, AA. 2004. Phytoplankton community in a  
588 recreational fishing lake, Brazil. *Revista Saúde Pública*, vol. 38, no. 5, p. 679-686.

589

590 MONTEIRO, JJF., NASCIMENTO, EC. e MOURA, AN. 2007. Diversidade fitoplanctônica  
591 e características limnológicas do Reservatório Saco I – Sertão de Pernambuco – Brasil.  
592 *Revista Brasileira de Biociências*, vol. 5, p. 324-326.

593

594 MOSCHINI-CARLOS, V., PEREIRA, D., WISNIEWSKI, MJS. e POMPÊO, MLM. 2008.  
595 The planktonic community in tropical interdunal ponds (lençóis Maranhenses National Park,  
596 Maranhão State, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Carlos, vol. 20, no. 2, p. 99-110.

597

598 OLIVEIRA, MLD., BURLIGA, AL., BEAUMORD, AC. e HOMECHIN JR. M. 2007.  
599 *Composição das Assembléias Fitoplanctônicas das Ordens Chlorococcales e Volvocales*  
600 *(Chlorophyceae), no Trecho Médio do Rio Itajaí- Mirim, Santa Catarina. Anais do VIII*  
601 *Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG.*

602

603 O'FARRELL, I., PINTO, PT. e IZAGUIRRE, I. 2007. Phytoplankton morphological response  
604 to the underwater light conditions in a vegetated wetland. *Hydrobiologia*, vol. 578, p. 65–77.

605

606 PADISÁK, J. 1997. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju,  
607 an expanding, highly adaptive cyanobacterium: Worldwide distribution and review of its  
608 ecology. *Archiv für Hydrobiologie*, vol. 107, p. 563-593.

609

610 PADOVESI-FONSECA, C. e PHILOMENO, MG. 2004. Effects of algicide (copper sulfate)  
611 application on short-term fluctuations of phytoplankton in Lake Paranoá, Central Brazil.  
612 *Brazilian Journal of Biology*, vol. 64, no. 4, p. 819-826.

613

614 PERBICHE-NEVES, G., FERRAREZE, M., GHIDINI, AR., BRITO, L. e SHIRATA, MT.  
615 2007. Microphytoplankton assemblages in an urban lake of Curitiba city (Parana State,  
616 Brazil). *Estudos de Biologia*, vol. 29, no. 66, p. 43-51.

617

618 PERETYATKO, A., TEISSIER, S., SYMOENS. JJ. e TRIEST. L. 2006. Phytoplankton  
619 biomass and environmental factors over a gradient of clear to turbid peri-urban ponds.  
620 *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* vol. 17, p. 584–601.

621

622 REYNOLDS, CS. 1984. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University  
623 Press: Cambridge.

624

625 REYNOLDS, CS., HUSZAR, V., KRUK, C., NASELLI-FLORES, L. e MELO, S. 2002.  
626 Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton*  
627 *Research*, vol. 24, no. 5, p. 417-428.  
628

629 ROBARTS, RD. e ZOHARY, T. 1987. Temperature effects on photosynthetic capacity,  
630 respiration, and growth rates of bloom-forming cyanobacteria. *New Zealand Journal of*  
631 *Marine and Freshwater Research*, vol. 21, no. 3, p.391-399.  
632

633 SANT'ANNA, CL., AZEVEDO, MTP., AGUJARO, LF., CARVALHO, MC., LUCIANA,  
634 RC. e SOUZA, RCR. 2006. *Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de*  
635 *Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras*. Rio de Janeiro: Interciência;  
636 São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia, 58 p.  
637

638 SANT'ANNA, CL., SORMUS, L., TUCCI, A. e AZEVEDO, MTP. 1997. Variação sazonal  
639 do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. *Hoehnea*, vol. 24, p. 67-86.  
640

641 SCHEFFER, M. 2001. Alternative attractors of shallow lakes. *The Scientific World*, vol. 1, p.  
642 254-263.  
643

644 SCHEFFER, M. e VAN NES, EH. 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative  
645 regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. *Hidrobiologia*, vol. 584, p. 455-466.  
646

647 SILVA, LHS. 1999. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre), Ribeirão  
648 Preto, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 59, no. 2.  
649

650 STEVENSON, RJ. 1996. An introduction to Algal Ecology in Freshwater Benthic Habitats.  
651 In: STEVENSON, RJ. et. al. (Org.). *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. San  
652 Diego: Academic Press, 30 p.  
653  
654 TAKAMURA, N., KADONO, Y., FUKUSHIMA, M., NAKAGAWA, M. e KIM, BO. 2003.  
655 Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow  
656 lakes. *Ecological Research*, vol. 18, p. 381-395.  
657  
658 TANIGUCHI, GM., BICUDO, DC. e SENNA, PAC. 2004. Abiotic Variables in Littoral-  
659 Limnetic Gradient of an Oxbow Lake of Mogi-Guaçu River Floodplain, Southeastern, Brazil.  
660 *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 47, no. 6, p. 961-971.  
661  
662 TANIGUCHI, GM., BICUDO, DC. e SENNA, PAC. 2005. Gradiente litorâneo-limnético do  
663 fitoplâncton e ficoperifíton em uma lagoa da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu.  
664 *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 28, no. 1, p.137-147.  
665  
666 THOMAZ, SM. e BINI, LM. 1998. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em  
667 reservatórios. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 10, no. 1, p.103-116.  
668  
669 TSUKAMOTO, RY. e TAKAHASHI, NS. 2007. Cianobactérias + Civilização = Problemas  
670 para a Saúde, a Aqüicultura e a Natureza. *Panorama da Aquicultura*, p. 24-33.  
671  
672 TUCCI, A. e SANT'ANNA, CL. 2003. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska)  
673 Seenayya e Subba Raju (cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais

- 674 em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Revista Brasileira Botânica*, São Paulo,  
675 vol. 26, no. 1, p. 97-112.
- 676
- 677 VEGA, LMF. 1997. Contribución al estudio de plantas acuáticas em embalses hidroeléctricos.  
678 El caso Itaipu (margen derecha). *Biota*, vol. 7, p.1-45.

## 5. ANEXO

### NORMAS DE SUBMISSÃO DA REVISTA ACTA LIMNOLOGICA BRASILIENSIA



ISSN 2179-975X *versão on-line*  
ISSN 0102-6712 *versão impressa*

#### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- **Escopo e política**
- **Forma e preparação de manuscritos**
- **Envio de manuscritos**

#### **Escopo e política**

A **Acta Limnologica Brasiliensia** é uma revista científica publicada pela Associação Brasileira de Limnologia (ABLimno) que publica artigos originais que contribuem para o desenvolvimento científico da Limnologia. A revista cobre um amplo espectro, incluindo qualquer tópico relacionado à ecologia de águas continentais de todos os ecossistemas, tais como, rios, lagos, planícies de inundação, pântanos, represas e zonas estuarinas. O escopo da **Acta Limnologica Brasiliensia** engloba todos os aspectos teóricos e aplicados da ecologia aquática continental, manejo e conservação, ecotoxicologia e poluição. Trabalhos taxonômicos podem ser aceitos desde que contenham informação ecológica e distribuição geográfica. Os artigos submetidos à revista devem ser originais e sem submissão simultânea a outro periódico.

Os manuscritos submetidos são inicialmente avaliados quanto à linguagem, apresentação e estilo. Recomenda-se aos pesquisadores que não tenham o inglês como língua nativa que submetam seus manuscritos a um colega que possua esta língua como nativa.

Os autores devem preparar seu manuscrito para submissão seguindo as instruções abaixo. Os manuscritos são avaliados pelo Editor Chefe que encaminha o manuscrito para dois referees. Os referees enviam seus pareceres ao Editor Chefe que também emite um parecer com base nos pareceres dos referees. Os três pareceres são enviados para os autores do trabalho. A revista utiliza o procedimento de par cego. Após o aceite do trabalho uma prova do artigo é enviada (on line) pelo serviço de editoração para revisão final dos autores.

Existem três categorias de contribuição para a **Acta Limnologica Brasiliensia**:

1. Artigos originais (geralmente composto por 25 páginas impressas, incluindo tabelas, figuras e referências). Veja “Preparação dos Manuscritos” abaixo.
2. Notas científicas, contendo entre 2 e 4 páginas, apresentando informação concisa sobre um determinado tópico. A nota deve conter abstract (português e inglês), palavras chave, (português e inglês) e referências; o restante do trabalho deve conter um texto contínuo.
3. Artigos de revisão. Estes artigos devem abordar assunto referente ao escopo da revista e de interesse atual. Esses artigos podem ser submetidos espontaneamente ou ser fruto de convite pelo corpo editorial.

### **Forma e preparação de manuscritos**

Os manuscritos submetidos para a **Acta Limnologica Brasiliensia** devem ser originais e não submetidos à outra revista científica. Uma versão eletrônica (em Word for Windows) do manuscrito, incluindo tabelas e figuras devem ser enviadas em um arquivo único para o Editor Chefe ([actalb@rc.unesp.br](mailto:actalb@rc.unesp.br)). Os manuscritos devem ser redigidos na língua inglesa com um abstract em português. Os autores que não tenham o inglês como língua nativa devem submeter seu manuscrito à pessoa nativa na língua inglesa antes da submissão. Os manuscritos devem ser digitados em folha A4, com espaçamento duplo e margens amplas. Todas as páginas devem ser numeradas, bem como as linhas de cada página.

### **Texto**

O texto deve seguir a seguinte ordem. Primeira página: título em inglês (em negrito) e em português, nome completo dos autores (p. ex. Antonio Fernando Monteiro Camargo), endereço (incluindo e-mail). Cada autor deve ser identificado por um número sobre-escrito. Segunda página: Resumo (em inglês e português) e palavras-chave. Terceira página e páginas subsequentes: texto do artigo (Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referências). A seguinte informação deve colocada no texto acompanhando todas as espécies citadas no texto: a) zoologia, o nome do autor e a data da descrição devem ser informados na primeira vez que a espécie for citada no texto; e b) botânica, apenas o nome do autor que descreveu a espécie deve ser informado na primeira vez que a espécie for citada no texto.

### **Resumo**

O resumo deve conter entre 250 e 300 palavras e ser estruturado da seguinte maneira: objetivo, métodos, principais resultados e conclusões. Entre 4 e 5 palavras-chave devem ser informadas e recomenda-se que sejam distintas daquelas utilizadas no título.

### **Tabelas e Figuras**

As tabelas e figuras devem ser numeradas consecutivamente utilizando numerais arábicos (tabela 1, 2, 3 etc. e figura 1, 2, 3, etc.). Fotografias coloridas poderão ser incluídas, mas estarão sujeitas a pagamento. Todas as tabelas e figuras devem ser indicadas no texto.

### **Unidades e Símbolos**

Use o sistema internacional de unidades (SI), separando as unidades do valor com um espaço (com exceção de porcentagens); use abreviações quando possível. Para unidades compostas use exponencial e não barra (Ex. mg.dia<sup>-1</sup>, e não mg/dia, Xmol.min<sup>-1</sup> instead of Xmol/min ).

## Referências

A citação de teses, dissertações e monografias de graduação e resumos apresentados em congressos não devem ser utilizadas. Excepcionalmente e com a anuência dos referees e do Editor Chefe teses e dissertações poderão ser utilizadas.

Citação no texto: Use o sistema nome e ano de publicação:

Schwarzbold (2009), (Calijuri, 2009), (Santoro and Enrich-Prast, 2010), para mais de dois autores utilize “et al”. As citações na lista de referências devem seguir as normas ISO 690/1987: Todas as referências citadas no texto devem ser listadas em ordem alfabética em letras maiúsculas de acordo com o primeiro autor, Referencias devem ser iniciadas em uma página separada.

## Exemplos:

### *Revista científica*

A referencia de um trabalho científico deve ser apresentada na seguinte ordem: nome do autor abreviado (sobrenome, iniciais do nome), data de publicação, título do trabalho, nome da revista, número da edição e número da página inicial e final sem omissão de nenhuma informação relevante.

CARVALHO, P., BINI, LM., DINIZ-FILHO, JAF. AND MURPHY, KJ. 2009, A macroecological approach to study aquatic macrophyte distribution patterns. *Acta Limnologica Brsiliensia*, vol. 21, no. 2 p. 169-174.

### *Capítulo de livro:*

BONECKER, CC., LANSAC-TÔHA, FA. AND JÚLIO JÚNIOR, HF., 2009. A origem e a consolidação do conceito de ecossistema. In LANSAC-TÔHA, FA., BENEDITO, E., AND OLIVEIRA EF. (Orgs.). *Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a Limnologia*. Maringá: Eduem, 572 p.

### *Livro:*

TUNDISI, JG., AND MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 632 p.

## Separata:

Uma cópia impressa do número que contém o artigo publicado será encaminhada ao primeiro autor do artigo. Se a Associação Brasileira de Limnologia não tiver fundos disponíveis para a publicação, o autor (es) do artigo pagarão uma taxa referente ao custo de cada página do artigo.

### **Envio de manuscritos**

Os manuscritos confeccionados segundo as instruções acima devem ser enviados para o Editor Chefe em arquivo do Word for Windows em anexo ao e-mail [actalb@rc.unesp.br](mailto:actalb@rc.unesp.br). Toda a tramitação de avaliação dos manuscritos (entre autor, editor e referees) é feita via e-mail.