

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

JASIELI CARLA BORTOLINI

Variação sazonal da composição, densidade e biomassa da comunidade
fitoplanctônica do Rio São João, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil

Toledo
2010

JASIELI CARLA BORTOLINI

Varição sazonal da composição, densidade e biomassa da comunidade
fitoplanctônica do Rio São João, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientadora: Prof. Dr^a. Norma Catarina Bueno

Toledo

2010

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

B739v	Bortolini, Jascieli Carla Varição sazonal da composição, densidade e biomassa da comunidade fitoplancônica do Rio São João, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil / Jascieli Carla Bortolini. -- Toledo, PR : [s. n.], 2010. 32 f. Orientador: Dr^a Norma Catarina Bueno Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas. 1. Fitoplâncton – Comunidade – Variação sazonal – São João, Rio – Parque Nacional do Iguaçu - Paraná 2. Comunidade fitoplancônica – Estrutura e dinâmica – São João, Rio – Parque Nacional do Iguaçu – Paraná 3. Fitoplâncton de água doce – São João, Rio – Parque Nacional do Iguaçu – Paraná I. Bueno, Norma Catarina, Or. II. T CDD 20. ed. 639.2 589.4
-------	--

FOLHA DE APROVAÇÃO

JASCIELI CARLA BORTOLINI

Variação sazonal da composição, densidade e biomassa da comunidade fitoplanctônica do Rio São João, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof^a. Dr^a. Norma Catarina Bueno
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof^a. Dr^a. Sueli Train
Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 15 de julho de 2010.

Local de defesa: Auditório da Unioeste/*Campus* de Toledo.

Aos meus pais João e Lourdes,
e ao meu esposo Leandro,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

À Fundação Araucária, pela concessão de bolsa.

À Professora Dr^a Norma Catarina Bueno pela oportunidade de inserir-me no estudo das algas, pelo incentivo, apoio, amizade e principalmente pela confiança em meu trabalho.

À Professora Dr^a Sueli Train (UEM) por me receber tão bem e pelas valiosas contribuições para o meu projeto.

À Bióloga Dr^a Luzia Cleide Rodrigues (UEM) pela enorme paciência e grandioso auxílio durante todo o desenvolver deste trabalho.

Ao Professor Dr. Nyamien Yahaut Sebastien (Unioeste) e Dr^a Sueli Train (UEM) por aceitarem o convite para compor a banca.

Aos Professores Dr. Bartolomeu Tavares e Dr. Nyamien Yahaut Sebastien por aceitarem compor a banca do Exame Geral de Qualificação.

À Fernanda de Almeida Gurski (Fernandinha) e Cristiano Rafael de Souza (Cris) pelo auxílio nas coletas e disponibilização dos dados abióticos.

À querida amiga Thamís pelo companheirismo nas idas para Toledo, pelas tantas risadas, pelos desabafos entristecidos, enfim, pela bela amizade que nasceu.

À querida amiga Viviane (Vivi) pela amizade, apoio e pela companhia nos almoços (hehehe).

Às demais amigas do laboratório Paula, Alana, Margareth, Elaine e Thaís pelos momentos de alegria e descontração.

Às minhas queridas e eternas amigas Daiane, Keilla e Talia que mesmo distantes sempre mostraram grande apoio e carinho em todos os momentos.

Ao meu esposo Leandro pelo incentivo, paciência e compreensão em todos os momentos necessários.

À minha família, pai (João), mãe (Lourdes) e irmãos (Jaime, Janete, Janice e Jairo) pelo apoio e incentivo durante meus estudos.

Ao Luiz Antônio Hesper, assistente do programa, pela paciência em sanar minhas imensas dúvidas.

Enfim, gostaria de registrar minhas sinceras desculpas aos nomes que não tenha mencionado, mas mesmo assim agradeço aqueles que colaboraram para a realização e conclusão desta importante etapa da minha vida. Afinal, agradecer é o mínimo que posso fazer por aqueles que contribuíram mesmo sem saber. MUITO OBRIGADA!

Variação sazonal da composição, densidade e biomassa da comunidade fitoplanctônica do Rio São João, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil

RESUMO

Este trabalho objetivou analisar a variação sazonal da estrutura da comunidade fitoplanctônica em um rio subtropical através dos dados de composição, riqueza, densidade e biomassa em função das variáveis ambientais. As amostragens do fitoplâncton e variáveis abióticas foram realizadas entre agosto de 2008 e julho de 2009, em três estações em secção longitudinal, à subsuperfície no Rio São João, tributário do Rio Iguaçu, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. Para estimar a densidade utilizou-se o método de Utermöhl e para biomassa a estimativa foi realizada através do biovolume. As variáveis abióticas foram sintetizadas através da Análise de Componentes Principais (PCA) e os dados de densidade e biovolume das espécies através da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA). Foram identificados 221 táxons, sendo Bacillariophyceae o grupo mais representativo. A maior riqueza de espécies atingiu 40 táxons em setembro de 2008 na estação 1. Os maiores valores de densidade fitoplanctônica foram registrados em março de 2009, estação 1. As classes dominantes em densidade foram Chrysophyceae e Bacillariophyceae. O biovolume foi em geral baixo, não ultrapassando $1 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ sendo o maior valor registrado em março de 2009, estação 2. As variações temporais significativas na composição da comunidade fitoplanctônica ocorreram devido à alternância das condições limnológicas, principalmente em relação à temperatura, o que proporcionou a alteração na estruturação fitoplanctônica, porém, espacialmente a composição foi muito similar, devido à proximidade das estações, e também a similaridade da distribuição da comunidade em ambientes lóticos, em função do fluxo unidirecional.

Palavras-chave: Fitoplâncton, lótico, Parque Nacional do Iguaçu, variação sazonal.

Seasonal variation in composition, density and biomass of phytoplankton community of the São João River, Iguaçu National Park, Paraná State, Brazil

ABSTRACT

This study aimed to analyze the seasonal variation of the phytoplankton community structure in a subtropical river through composition, richness, density and biomass data in function of environmental variables. Samplings of phytoplankton and abiotic variables were carried out between August 2008 and July 2009, at three stations in longitudinal section, at the subsurface of São João River, tributary of the Iguaçu River, Paraná State, Brazil. To estimate the density we used the Utermöhl method and biomass estimation was performed using the biovolume. Abiotic variables were summarized by Principal Component Analysis (PCA) and the data density and biovolume of species by Detrended Correspondence Analysis (DCA). We identified 221 Bacillariophyceae taxa, the more representative group. The most species-rich taxa reached 40 in September 2008 at station 1. The highest values of phytoplanktonic densities were recorded on March 2009, station 1. The Chrysophyceae and Bacillariophyceae classes were dominant in density. The biovolume was generally low, not exceeding one $1 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ with the highest value recorded in March 2009, station 2. The seasonal variation in phytoplankton composition were due to alternation of limnological conditions, especially in relation to temperature, which caused the change in structuring phytoplankton, however, the spatial composition was very similar, due to the proximity of the stations, and also the similarity of the distribution of the community in lotic environments, due to the unidirectional flow.

Key-words: Phytoplankton, lotic, Iguaçu National Park, seasonal variation.

Dissertação elaborada e formatada conforme as
normas da publicação científica *Acta Botanica
Brasilica* Disponível em: <
<http://www.scielo.br/revistas/abb/pinstruc.htm>

>*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Área de estudo	11
2.2 Metodologia.....	12
2.3 Análise dos dados.....	14
3 RESULTADOS	14
3.1 Variáveis ambientais	14
3.2 Análise de componentes principais (PCA).....	16
3.3 Comunidade fitoplanctônica.....	16
3.4 Análise de Correspondência (DCA)	23
4 DISCUSSÃO	25
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

Introdução

O entendimento do funcionamento dos ecossistemas aquáticos continentais compreende o principal objetivo das pesquisas limnológicas, e constitui uma das ferramentas mais importantes na conservação e preservação da biodiversidade e dos recursos hídricos. No entanto, em relação aos estudos limnológicos, os ambientes lóticos tem sido menos explorados quando comparados aos ambientes lênticos (Reynolds & Descy 1996; Huszar & Silva 1999; Silva *et al.* 2001; Rodrigues *et al.* 2007; Soares *et al.* 2007), pois rios são ambientes de maior complexidade, fornecendo habitats que estão sujeitos a freqüentes mudanças, devido ao grande fluxo de correnteza, sendo que a manutenção e o desenvolvimento do fitoplâncton pode ocorrer, entretanto, raramente podem ser mantidos por um longo período devido ao permanente transporte a jusante (Rodrigues *et al.* 2007).

O potamoplâncton, definição atribuída ao fitoplâncton de rio (Reynolds 2006), é composto por espécies originárias destes ambientes, e que tem a capacidade de crescer e se reproduzir completamente no canal principal formando populações dominantes, principalmente ao longo dos trechos intermediários. Entretanto, as formas pragmáticas potamoplancônicas podem incluir espécies do limnoplâncton oriundas de lagos de captação ou do perifiton (Reynolds & Descy 1996).

A maior turbulência da água e a baixa intensidade luminosa em rios, ocasiona diferenciação na composição do potamoplâncton, promovendo maior riqueza de diatomáceas e algas verdes, as quais investem em um rápido crescimento e maior habilidade de sobrevivência no ambiente turbulento (Reynolds *et al.* 1994). No entanto, a baixa densidade e biomassa destes grupos comparada a de lagos se torna uma das características mais relevantes do fitoplâncton de rio.

A estrutura e a dinâmica espacial e sazonal do potamoplâncton é usualmente influenciada pelos mesmos fatores que atuam em lagos, como fatores físicos (luz, temperatura), fatores químicos (pH, troca de gases, concentração de nutrientes) e fatores bióticos (competição, herbivoria). No entanto, em rios, estes fatores podem ser fortemente influenciados e modificados pelo fluxo unidirecional (Reynolds 1988). As variações no espaço e no tempo que ocorrem com esta comunidade dentro do ecossistema aquático são conseqüências das interações ocorrentes entre os fatores bióticos e abióticos, os quais por sua vez promovem as constantes variações da composição e estrutura da comunidade (Moura *et al.* 2007).

De acordo com Rodrigues *et al.* (2007) o conhecimento da biodiversidade potamoplancônica juntamente com as variáveis físicas e químicas torna-se de extrema necessidade para a base do monitoramento da qualidade da água, pois são sistemas que vem sendo afetados por um crescente impacto antrópico e que de acordo com Huszar & Silva (1999) tais flutuações podem se tornar indicadores eficientes e claros destas mudanças, sejam naturais ou antrópicas, ocorrentes nestes ecossistemas aquáticos continentais.

Estudos que abrangem porções lóticicas na área da bacia do rio Paraná enfocando estudos ecológicos da comunidade fitoplancônica ainda são poucos, quando comparada a sua extensão e a grande quantidade de tributários presentes. Neste caso podem ser citados os trabalhos de Bonetto *et al.* (1979; 1982), Garcia de Emiliani (1990; 1998), Henry *et al.* (1998), O'Farrell *et al.* (1996), Train & Rodrigues (1998), Train *et al.* (2000), Borges *et al.* (2003), Ferrareze & Nogueira (2006), Rodrigues *et al.* (2009), Borges & Train (2009).

O conhecimento da distribuição espacial e temporal da comunidade fitoplancônica nos ecossistemas aquáticos é um fator importante para a adequada compreensão da sua estrutura e funcionamento, tendo o fitoplâncton um papel importante na produtividade primária dos ambientes lóticos, podendo ser considerados excelentes indicadores de qualidade. Deste modo, o trabalho objetivou avaliar a variação da estrutura da comunidade fitoplancônica, em função dos fatores ambientais, em um tributário do Rio Iguaçu, um dos principais afluentes do Rio Paraná. Assim têm-se como hipótese que a temperatura é um fator importante na determinação das variações da composição, densidade e biomassa do potamoplâncton, uma vez que o local de estudo está situado em região subtropical.

Material e Métodos

Área de estudo

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) foi criado em 10 de janeiro de 1939 e no ano de 1986 foi tombado pela UNESCO como Patrimônio da Humanidade (Salamuni *et al.* 2002). Compreende uma das maiores áreas turísticas e de preservação ambiental do Brasil, compreendendo cerca de 169.765,00 ha, abrangendo a maior unidade de conservação brasileira no domínio de Mata Atlântica, sendo considerado um dos últimos remanescentes desse tipo de vegetação na região sul do país. É representada pela Floresta Estacional Semidecídua Ombrófila Mista (Mata de Araucária) e Formações Pioneiras Aluviais (Ibama 2008). A temperatura na região tem a máxima

em torno de 40°C e mínima de 3°C, sendo a média de aproximadamente 26°C. O clima é temperado chuvoso, sem estações secas definidas, sendo a pluviosidade média anual de cerca de 1712 mm (Salamuni *et al.* 2002).

O Rio São João (25° 35,52'S e 54° 24,17'W) nasce no Município de Santa Terezinha de Itaipu, PR, desenvolvendo seu curso d'água no sentido norte-sul, com uma área total de cerca de 79,10 Km², dos quais 27,86 Km² no Município de Santa Terezinha de Itaipu e 51,23 Km² em Foz do Iguaçu, e destes, 28,09 Km² estão localizados na área do Parque Nacional do Iguaçu (Fig. 1). O rio São João possui vazão média de 0,88 m³/s, fazendo divisa a oeste com o PNI, tendo sua foz ligada ao rio Iguaçu (Salamuni *et al.* 2002), que por sua vez compreende um importante afluente da bacia do Rio Paraná, o segundo maior sistema hidrológico da América do Sul e quinto maior do mundo (Devercelli 2006). As estações de amostragem apresentam densa vegetação ripária, gramíneas e alguns bancos de macrófitas aquáticas.

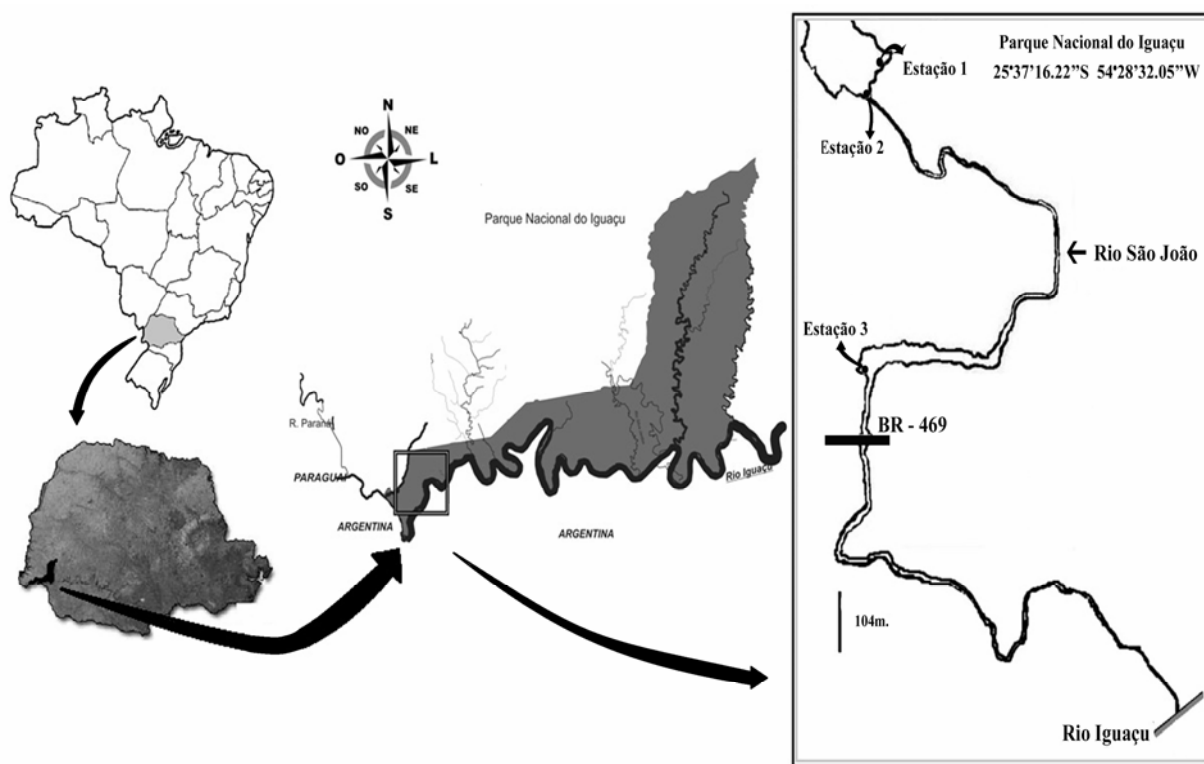


Fig. 1 Localização do rio São João, Parque Nacional do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Metodologia

As coletas do material fitoplancônico foram realizadas mensalmente, durante 12 meses (agosto de 2008 a julho de 2009), em três estações de amostragem em secção longitudinal, no rio

São João, PNI, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Para o estudo da comunidade fitoplanctônica foram obtidas amostras diretamente com frascos a uma profundidade de 20 cm da subsuperfície da água, e fixadas com solução de lugol acético 1%. Suplementarmente foram coletadas amostras com auxílio de rede de plâncton com malha de 25 μm através do arrasto horizontal à subsuperfície da coluna d'água, com a finalidade de concentrar o material auxiliando no inventário florístico. As amostras de fitoplâncton de rede foram acondicionadas em frascos de polietileno com capacidade de 500 mL e preservadas em solução Transeau (Bicudo & Menezes 2006).

O sistema de classificação adotado em nível de classe foi o de Round (1965; 1971) proposto por Bicudo & Menezes (2006). Para a riqueza de espécies foi considerado o número total de táxons por amostra quantitativa. A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo a metodologia descrita por Utermöhl (1958), sendo as amostras analisadas em microscópio invertido modelo Olympus CK2. O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou detritos presentes na amostra, sendo o tempo de sedimentação de pelo menos 3 horas para cada centímetro de altura da câmara de sedimentação (Margalef 1983). A contagem foi realizada aleatoriamente, por campos, utilizando o critério da área mínima (100 campos). O cálculo de densidade foi realizado de acordo com APHA (1995), sendo considerados como indivíduos células, colônias, cenóbios ou filamentos, ou seja, considerando a forma em que as algas ocorrem na natureza.

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através do biovolume, multiplicando-se a densidade de cada táxon pelo seu respectivo volume. O volume celular, por sua vez, foi calculado por meio de modelos geométricos aproximados à forma dos indivíduos, como esferas, cones, pirâmides, elipses, cilindros e outros (Sun & Liu 2003).

A análise do fitoplâncton de rede foi realizada em microscópio binocular Olympus CBA acoplado com câmara clara e ocular micrometrada sempre em aumentos de 400 e 1000x. Todas as amostras encontram-se depositadas no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNOP, *Campus* Cascavel.

As análises físicas e químicas da água do rio São João foram fornecidas pelo laboratório de análises ambientais do Parque Nacional do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, através do programa AquaIguaçu. Medidas de temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) foram obtidos com potenciômetros digitais portáteis. A

transparência da água (cm) foi obtida através do disco de Secchi. As concentrações de alguns nutrientes como amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e fósforo total - PT foram determinadas de acordo com APHA (1995). Dados referentes à precipitação e temperatura do ar foram fornecidos pelo Instituto Meteorológico do Paraná (SIMEPAR/CURITIBA).

Análise dos dados

As variáveis abióticas foram sintetizadas através da Análise de Componentes Principais (PCA) com matrizes de correlação. Para esta análise foram utilizados os valores mensais das variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, transparência, amônio, nitrito, nitrato e fósforo total. Para sintetizar os dados de composição de espécies (densidade e biovolume) foi realizada DCA (Detrended Correspondence Analysis), ou seja, Análise de Correspondência com remoção do efeito de arco (McCune & Grace 2002).

As análises de ordenação PCA e DCA foram realizadas utilizando o programa Pc-Ord (McCune & Mefford 1999) e Statistica versão 7.1 (Statsoft Inc. 2005).

Resultados

Variáveis ambientais

A temperatura do ar durante o período de estudo no Parque Nacional do Iguaçu em Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil variou de 27,5 °C em março de 2009 a 13,1 °C em julho de 2009. Os maiores valores de precipitação ocorreram no mês de janeiro e maio de 2009, sendo 254 e 243 mm, respectivamente, e os menores valores no mês de novembro de 2008, período em que não ocorreu chuva, portanto não coincidindo com valores de temperatura atmosférica.

A temperatura da água variou entre 30,8 °C em março de 2009, estação 3, e 19 °C em agosto de 2008, estação 3. Os maiores valores de temperatura da água coincidiram com o período de escassez de chuvas e alta temperatura atmosférica. A concentração de oxigênio dissolvido (OD) no rio São João variou de 8,8 mg.L⁻¹ em agosto de 2008 e julho de 2009, ambos na estação 3, a 5,4 mg.L⁻¹ em março de 2009, na estação 3, sendo que os altos valores de temperatura ocasionaram depleção de oxigênio, e em condições de baixa temperatura ocasionaram um aumento da disponibilidade de oxigênio dissolvido.

A transparência da água variou de 1,28 m em janeiro de 2009, estação 3, a 0,82 m em abril de 2009, estação 1, sendo os maiores valores registrados no período de maior precipitação. O

pH no rio São João apresentou-se moderadamente básico com valor máximo de 8,8 em julho de 2009, estação 3, a levemente ácido com um valor mínimo de 6,6 em setembro e novembro de 2008, estação 1 e 2, respectivamente, ocorrendo os menores valores no período de pouca chuva. A condutividade elétrica apresentou uma variação de $38,5 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ em março de 2009, estação 2, a $57,5 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ em julho de 2009, estação 3.

Em relação aos nutrientes, observaram-se concentrações extremamente baixas. As concentrações de amônio (NH_4^+) mostrou alta variabilidade (CV 213,5%), sendo os maiores valores verificados em janeiro de 2009, estação 3. As concentrações de nitrito (NO_2^-) apresentaram menor variabilidade entre os nutrientes (CV 53,7%), sendo os maiores valores verificados em novembro de 2008, estação 1 e 2. O nitrato (NO_3^-) também apresentou menor variabilidade (CV 55,1%), sendo os maiores valores registrados em novembro de 2008, estação 1. O fósforo total (PT) apresentou a segunda maior variabilidade entre os nutrientes (CV 112,2%), sendo os maiores valores registrados em janeiro de 2009, estação 3 (Tabela 1).

Tabela 1 Estatística descritiva das variáveis físicas e químicas do Rio São João entre agosto de 2008 e julho de 2009.

Variável	Média e Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV (%)
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	$23,9 \pm 3,5$	19	30,8	14,7
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	$22,2 \pm 4,3$	13,1	27,5	19,4
Oxigênio dissolvido ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	$7,3 \pm 1,1$	5,4	8,8	15,3
pH	$7,1 \pm 0,4$	6,6	8,8	5,9
Condutividade ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$)	$44,1 \pm 5,2$	38,5	57,5	11,9
Transparência (m)	$1,01 \pm 10,7$	0,82	1,28	10,5
Precipitação (mm)	$67,9 \pm 82,8$	0	254	122
NH_4^+ ($\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$)	$0,11 \pm 0,25$	0,02	1,55	213,5
NO_2^- ($\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$)	$0,07 \pm 0,03$	0,01	0,16	53,7
NO_3^- ($\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$)	$0,82 \pm 0,45$	0,02	1,95	55,1
PT ($\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$)	$0,46 \pm 0,52$	0,04	3,17	112,2

Análise de Componentes Principais (PCA)

Os dois primeiros eixos gerados pela Análise de Componentes Principais explicaram 58,8 % da variabilidade total dos dados no rio São João. O eixo 1 foi influenciado positivamente pela condutividade elétrica (0,47) e pelo oxigênio dissolvido (0,44) e negativamente pela temperatura da água (-0,45) e fósforo total (-0,40), e discriminou à esquerda do diagrama, os meses com maiores valores de temperatura da água e fósforo total, e à direita, os meses com maiores valores de oxigênio dissolvido. No eixo 2 as variáveis com maior coeficiente de estrutura foram nitrato (-0,51), nitrito (-0,46) e amônio (-0,39), as quais influenciaram principalmente na discriminação dos meses chuvosos (Fig. 2).

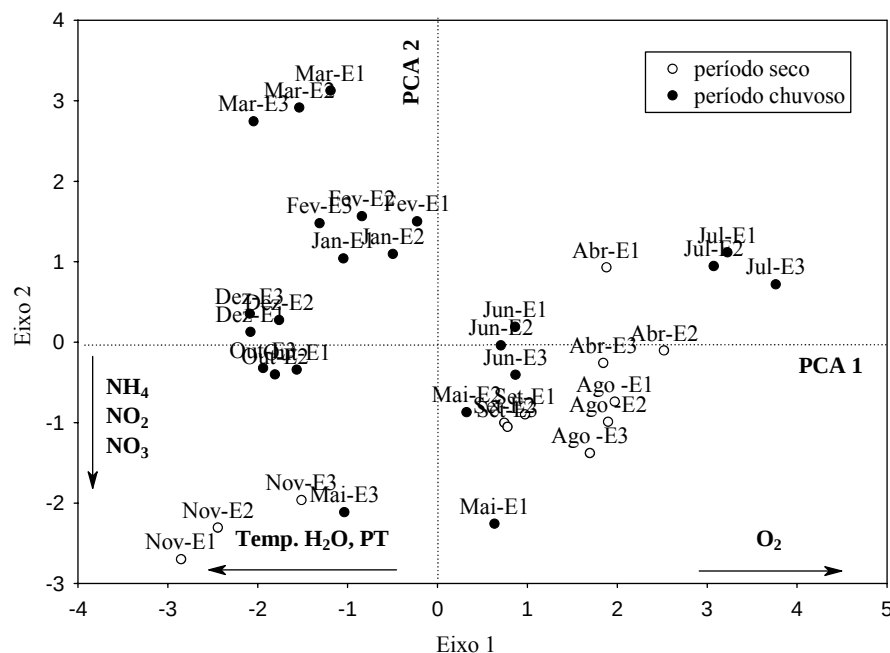


Fig. 2 Dispersão dos escores meses-estações ao longo dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais, realizada para o Rio São João.

Comunidade fitoplanctônica

A comunidade fitoplanctônica do rio São João, no período de agosto de 2008 a julho de 2009 esteve composta por 221 táxons (Tabela 2), distribuída em 9 classes taxonômicas: Bacillariophyceae (30,3%), Chlorophyceae (20,8%), Zygnemaphyceae (17,6 %), Euglenophyceae (16,7%), Cyanophyceae (7,2%), Dinophyceae (2,7%), Chrysophyceae (2,2%), Cryptophyceae (1,3%) e Xantophyceae (0,9%). Os gêneros *Desmodesmus* (Chlorophyceae), *Euglena* (Euglenophyceae), *Closterium* (Zygnemaphyceae) e *Trachelomonas* (Euglenophyceae) foram os

mais representativos em relação ao número de táxons, com 13, 11, 9 e 9, respectivamente. A riqueza de espécies variou de 13 táxons, registrado no mês de dezembro de 2008, estação 3, à 40 táxons em setembro de 2008, estação 1. Os valores médios de riqueza foram os seguintes: 26 táxons (estação 1), 24 táxons (estação 2) e 22 táxons (estação 3).

Tabela 2 Táxons fitoplanctônicos identificados no Rio São João, durante o período de agosto de 2008 a julho de 2009.

BACILLARIOPHYCEAE	
<i>Achnanthes clevei</i> Grunow	<i>Frustulia neomundana</i> Lange-Bertalot & Rumrich
<i>Achnanthes exigua</i> var. <i>constricta</i> (Torka) Hustedt	<i>Frustulia pumilio</i> Lange-Bertalot & Rumrich
<i>Achnanthes microcephala</i> (Kützing) Grunow	<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald	<i>Gomphonema brasiliense</i> Grunow
<i>Amphora veneta</i> Kützing	<i>Gomphonema parvalum</i> (Kützing) Kützing
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Gomphonema rhombicum</i> Fricke
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve
<i>Caloneis westii</i> (W. Smith) Hendey	<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivan & Wormley) Boyer
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	<i>Hantzschia abruptirostrata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin nov. spec.
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>acuta</i> Meister	<i>Hydrosera wamphoensis</i> (Schwartz) Deby
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	<i>Luticola peguana</i> (Grunow) D.G. Mann
<i>Craticula cuspidata</i> (Grunow) D.G. Mann	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	<i>Pinnularia acrosphaeria</i> var. <i>acrosphaeria</i> W. Smith
<i>Cymbella affinis</i> var. <i>affinis</i> Kützing	<i>Pinnularia acrosphaeria</i> var. <i>undulata</i> (Brébisson) Cleve
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	<i>Pinnularia dispar</i> Metzeltin & Krammer
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	<i>Pinnularia divergens</i> var. <i>malayensis</i> Hustedt
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) D.G. Mann	<i>Pinnularia tabellaria</i> Ehrenberg
<i>Encyonema neomesianum</i> Krammer	<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
<i>Eunotia camelus</i> Ehrenberg	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Eunotia didyma</i> var. <i>didyma</i> Grunow	<i>Placoneis constans</i> (Hustedt) E.J. Cox
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Ehrenberg	<i>Placoneis</i> sp.
<i>Eunotia neomundana</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	<i>Sellaphora laevissima</i> Kützing
<i>Eunotia paludosa</i> Grunow	<i>Stauroneis gracilior</i> Reichardt
<i>Eunotia transfuga</i> var. <i>transfuga</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	<i>Surirella angusta</i> Kützing
<i>Eunotia valida</i> Hustedt	<i>Surirella apiculata</i> Smith
<i>Fragilaria</i> aff. <i>acus</i> var. <i>acus</i> Kützing	<i>Surirella guatemalensis</i> Ehrenberg
<i>Fragilaria capuccina</i> Desmazières	<i>Surirella splendida</i> (Ehrenberg) Kützing
<i>Fragilaria</i> cf. <i>tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	<i>Surirella tenera</i> Gregory
<i>Fragilaria lanceolata</i> (Kützing) Reichardt	<i>Synedra gouldii</i> (Brébisson) Lange-Bertalot
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson ex W. Smith) Costa	<i>Terpsinoë musica</i> Ehrenberg
	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère
CHLOROPHYCEAE	
<i>Ankistrodesmus bibraianus</i> (Reinsch) Koršikov	<i>Desmodesmus serratus</i> (Corda) An, Friedl & E. Hegewald
<i>Ankistrodesmus densus</i> Koršikov	<i>Desmodesmus</i> sp.
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda sensu Koršikov	<i>Diacanthos belenophorus</i> Koršikov
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Koršikov	

Ankistrodesmus spiralis (Turner) Lemmermann
Ankistrodesmus stipitatus (Chodat) Komárková-Legnerová
Chlorella vulgaris Beijerinck
Coelastrum cambricum Archer
Coelastrum microporum Nägeli
Coelastrum pulchrum Schmidle
Crucigeniella sp.
Desmodesmus abundans (Kirchner) E. E. Hegewald
Desmodesmus armatus (Chodat) E. Hegewald
Desmodesmus armatus var. *bicaudatus* (Guglielmetti) E. Hegewald
Desmodesmus armatus var. *longispina* (Chodat) E. Hegewald
Desmodesmus brasiliensis (Bohlin) E. Hegewald
Desmodesmus communis (E. Hegewald) E. Hegewald
Desmodesmus denticulatus var. *denticulatus* (Lagerheim) An, Friedl & E. Hegewald
Desmodesmus denticulatus var. *linearis* (Hansgirg) E. Hegewald
Desmodesmus opoliensis (P. Richter) E. Hegewald
Desmodesmus protuberans (Fritsch & Rich) E. Hegewald
Desmodesmus pseudodenticulatus (E. Hegewald) E. Hegewald

Dictyosphaerium elegans Bachmann
Dimorphococcus lunatus Braun
Golenkinia radiata Chodat
Golenkiniopsis solitaria (Koršikov) Koršikov
Hydrodictyon reticulatum Lagerheim
Kirchneriella lunaris Kirchn.
Kirchneriella obesa (West) Schmidle
Micractinium sp.
Monoraphidium arcuatum (Koršikov) Hindák
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová
Monoraphidium flexuosum Komárek
Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová
Oocystis lacustris Chodat
Pachycladella minor (D. & H. Chudyba) Silva
Pediastrum duplex var. *duplex* Meyen
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs
Scenedesmus obliquus (Turpin) Kützing var. *dimorphus* (Turpin) Hansgirg
Scenedesmus ecornis (Ehrenberg ex Ralfs) Chodat
Scenedesmus obtusus Meyen
Scenedesmus securiformis Playfair
Treubaria triappendiculata Bernard

ZYGNEPHYCEAE

Closterium closterioides (Ralfs) Louis & Peeters
Closterium ehrenbergii var. *imane* (Meneghini) Wolle
Closterium gracile Brébisson
Closterium incurvum Brébisson
Closterium leibleinii Kützing
Closterium lunula (Muller) Nitzsch
Closterium ralfsii var. *hybridum* (Brébisson ex Ralfs) Rabenhorst
Closterium rostratum Ehrenberg
Closterium setaceum Ehrenberg ex Ralfs
Cosmarium candianum Delponte
Cosmarium formosulum Hoff
Cosmarium lundelli var. *lundelli* Delponte
Cosmarium pseudoconnatum Nordstedt
Cosmarium pseudopyramidatum Lundell
Cosmarium trilobulatum Reinsch
Cosmarium vexatum West
Desmidium cylindricum Greville
Euastrum abruptum Nordstedt
Euastrum denticulatum Gay
Gonatozygon kinahanii (Archer) Rabenhorst
Gonatozygon monotaenium De Bary
Kriegeria Rabenhorst

Gonatozygon pilosum Wolle
Haplotaenium minutum (Ralfs) T. Bando
Hyalotheca dissiliensis (Smith) Brébisson
Micrasterias denticulata Brébisson ex Ralf
Micrasterias laticeps var. *acuminata* (Nordstedt)
Micrasterias radiosa Agardh
Micrasterias rotata (Greville) Ralfs ex Ralfs
Pleurotaenium ehrenbergii (Brébisson) De Bary
Spyrogyra sp.
Stauroastrum dilatatum (Ehrenberg) Ralfs
Stauroastrum leptocladum Nordstedt
Stauroastrum minesotense Wolle
Stauroastrum trifidum var. *glabrum* (Nordstedt) Langerheim
Staurodesmus convergens var. *laportei* (Ehrenberg) Teiling
Staurodesmus cuspidatus (Brébisson) Ralfs
Tetmemorus brebissonii (Meneghini) Ralfs
Xanthidium antilopaeum (Brébisson) in Meneghini Kützing
Xanthidium horridum Skuja

EUGLENOPHYCEAE

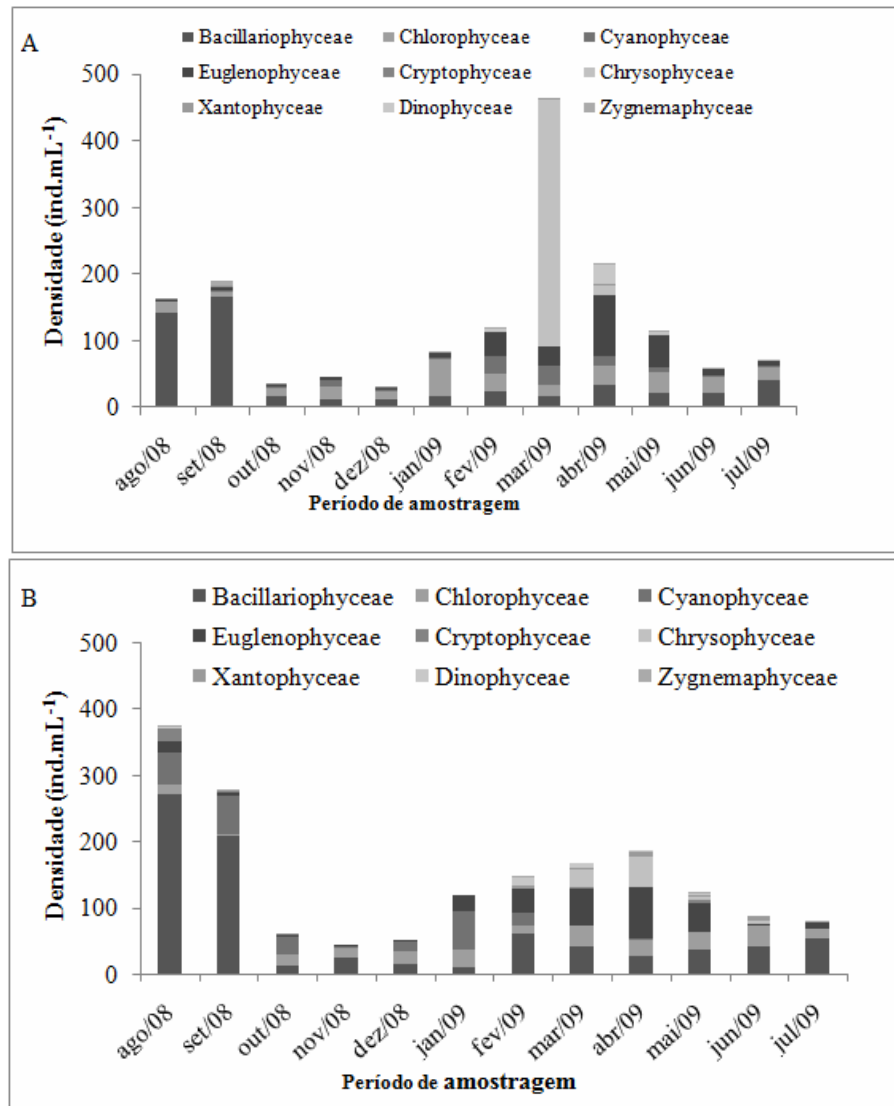
Euglena acus (Muller) Ehrenberg
Euglena acus var. *longissima* Deflandre
Euglena communis Gojdic

Phacus tortus Lemmermann Skvortzow
Phacus sp. 1
Phacus sp. 2

<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda	<i>Strombomonas fluviatilis</i> (Lemmermann) Deflandre
<i>Euglena polymorpha</i> Dangeard	<i>Strombomonas simplex</i> S.M. Alves-da-Silva & C.E. de M. Bicudo
<i>Euglena sanguinea</i> Ehrenberg	<i>Strombomonas verrucosa</i> (Daday) Deflandre
<i>Euglena spyrogyra</i> Ehrenberg	<i>Strombomonas</i> sp. 1
<i>Euglena</i> sp. 1	<i>Strombomonas</i> sp. 2
<i>Euglena</i> sp. 2	<i>Strombomonas</i> sp. 3
<i>Euglena</i> sp. 3	<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) Stein
<i>Euglena</i> sp. 4	<i>Trachelomonas hispida</i> var. <i>coronata</i> Lemmermann
<i>Hyalophacus ocellatus</i> E.G. Pringsheim	<i>Trachelomonas hispida</i> var. <i>crenulatocolis</i> (Maskell) Lemmermann
<i>Lepocinclis caudata</i> (da Cunha) Pascher	<i>Trachelomonas hispida</i> var. <i>hispida</i> (Perty) Stein
<i>Petalomonas</i> sp.	<i>Trachelomonas lacustris</i> Skvortzow
<i>Phacus hamatus</i> Pochmann	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	<i>Trachelomonas</i> sp. 1
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>attenuata</i> (Pochmann) Huber-Pestalozzi	<i>Trachelomonas</i> sp. 2
<i>Phacus onyx</i> Pochmann	<i>Trachelomonas</i> sp. 3
<i>Phacus suecicus</i> Lemmermann	
CYANOPHYCEAE	
<i>Anabaena</i> sp.	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann)
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli	Komárková-Legnerová & Cronberg
<i>Limnothrix planctonica</i> (Woloszynska) Meffert	<i>Pseudoanabaena</i> sp.
<i>Lyngbya</i> sp.	<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	<i>Spirulina</i> sp.
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	<i>Synechococcus</i> sp.1
<i>Merismopedia</i> sp.	<i>Synechococcus</i> sp.2
<i>Oscillatoria</i> sp.	<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvag.
<i>Phormidium irriguum</i> (Kützing) Anagnostidis & Komárek	
DINOPHYCEAE	
<i>Gymnodinium</i> sp.	<i>Peridinium</i> sp. 1
<i>Peridinium pusillum</i> (Pénard) Lemmermann	<i>Peridinium</i> sp. 2
<i>Peridinium umbonatum</i> Stein	<i>Peridinium</i> sp.3
CHRYSTOPHYCEAE	
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof	<i>Mallomonas</i> sp.2
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	<i>Monas</i> sp.
<i>Mallomonas</i> sp.1	
CRYPTOPHYCEAE	
<i>Cryptomonas</i> sp.1	<i>Cyanomonas americana</i> (Davis) Oltmanns
<i>Cryptomonas</i> sp. 2	
XANTOPHYCEAE	
<i>Centritractus belenophorus</i> Lemmermann	
<i>Tetraplektron tribulus</i> (Pascher) Fott	

Os maiores valores de densidade fitoplanctônica foram verificados em março de 2009, estação 1 (465 ind.mL⁻¹), agosto de 2008, estação 2 (377 ind.mL⁻¹) e setembro de 2008, estação 2 (279 ind.mL⁻¹). Os menores valores foram verificados em outubro de 2008, estação 3 (19 ind.mL⁻¹) e novembro de 2008, estação 3 (24 ind.mL⁻¹) (Fig. 3). Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Euglenophyceae foram as classes que mais contribuíram para os valores de densidade, sendo *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceae), *Monoraphidium arcuatum* (Chlorophyceae) e

Trachelomonas hispida (Euglenophyceae) os táxons mais abundantes. Chrysophyceae não apresentou expressiva contribuição para a densidade, entretanto, pode-se destacar no mês de março de 2009, com a dominância de *Dinobryon bavaricum*. Euglenophyceae teve expressiva contribuição para a densidade fitoplanctônica nos meses de abril e maio de 2009.



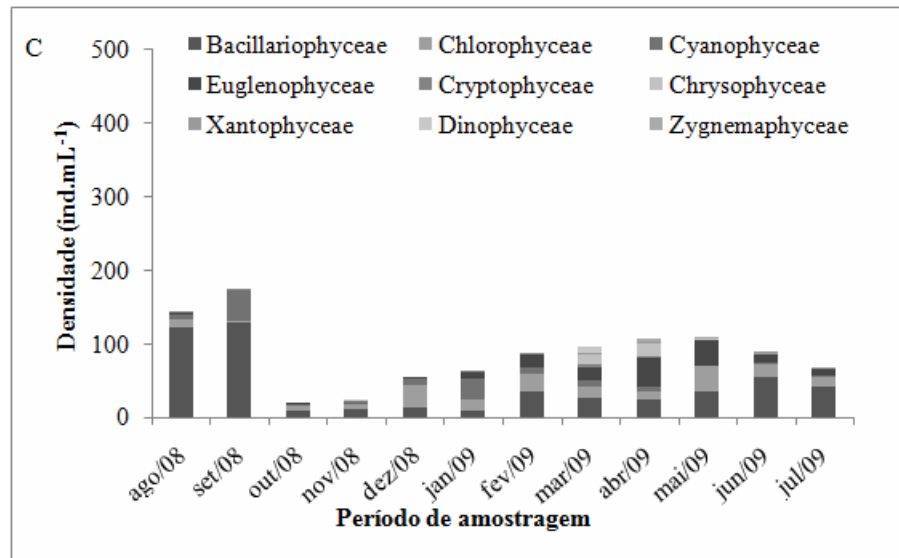


Fig. 3 Variação sazonal da densidade fitoplanctônica no Rio São João, nos meses de agosto de 2008 a julho de 2009, na estação 1(A), 2(B) e 3(C) .

Os valores de biovolume fitoplanctônico foram baixos ($< 1 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$). Os maiores valores foram verificados em março de 2009, estação 2 ($0,925 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$), com dominância de *Euglena acus* var. *longissima*, setembro de 2008, estação 1 e 2 ($0,749$ e $0,744 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ respectivamente) com dominância de *Aulacoseira granulata* e *Surirella guatimalensis*. Já os menores valores foram verificados em outubro e novembro de 2008 ($0,001 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$), ambos na estação 3, coincidindo com os menores valores de densidade fitoplanctônica (Fig. 4). Em geral o grupo que apresentou maior contribuição ao biovolume fitoplanctônico foi Bacillariophyceae, representado principalmente pelos táxons *Aulacoseira granulata* e *Surirella guatimalensis*.

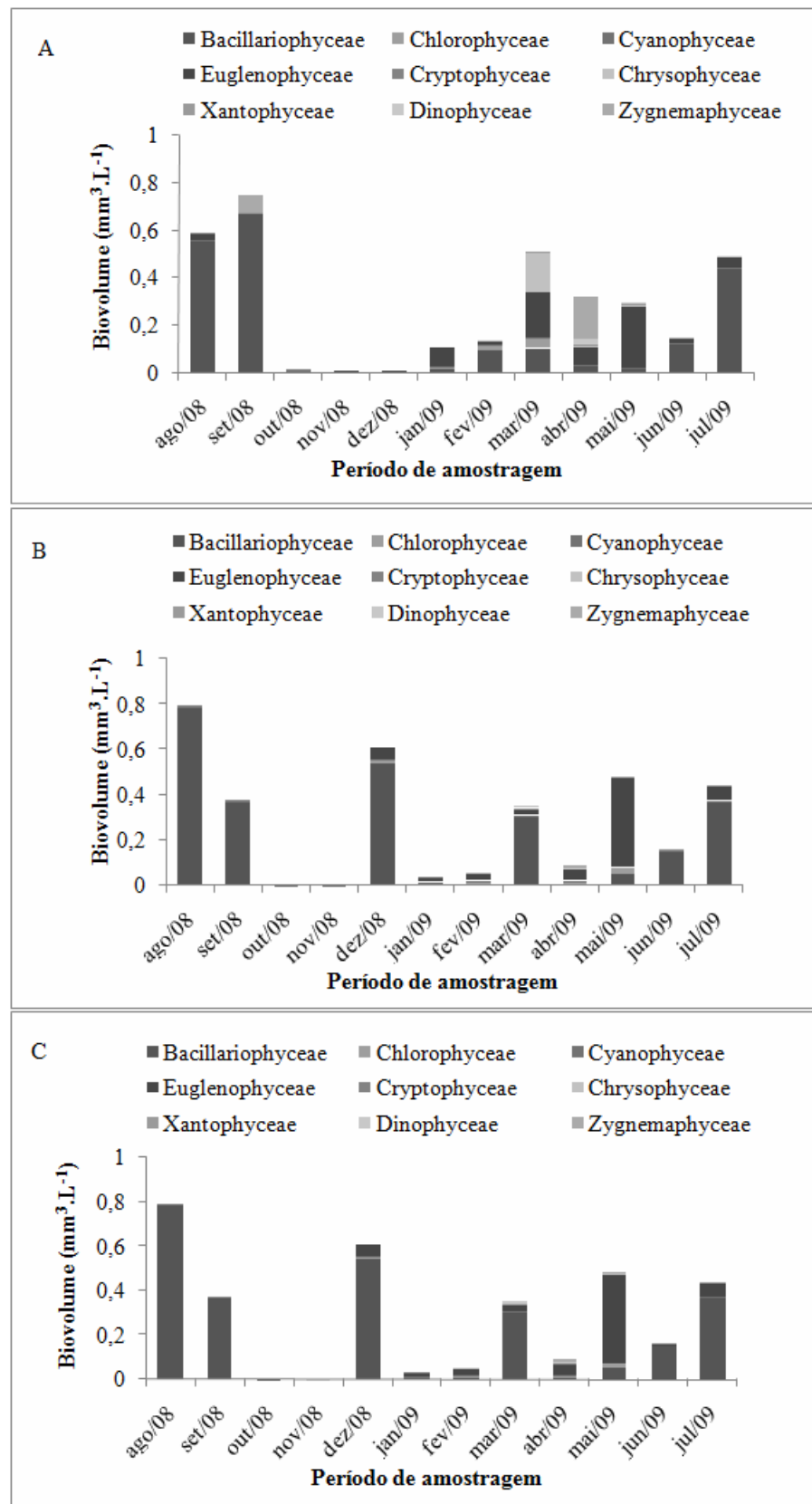


Fig. 4 Variação sazonal do biovolume fitoplanctônico no Rio São João, nos meses de agosto de 2008 a julho de 2009, na estação 1(A), 2(B) e 3(C) .

Análise de Correspondência (DCA)

A DCA realizada para todos os dados de densidade fitoplanctônica do Rio São João discriminou claramente uma variação temporal. Os meses correspondentes ao período chuvoso foram separados, à esquerda no diagrama (Fig. 5a) influenciados por menores valores de densidade fitoplanctônica (Fig. 3). Observou-se uma baixa variabilidade espacial, sendo que no mês de agosto de 2008 foi obtida a maior heterogeneidade espacial, evidenciado pela discriminação da estação 2, na porção superior direita do diagrama, influenciada pela ocorrência de *Cymbella tumida*, da estação 1, na porção inferior direita, influenciada pela ocorrência de *Surirella guatimalensis*, e da estação 3, influenciada por *Aulacoseira granulata*. No mês de setembro de 2008, verificou-se uma nítida homogeneidade espacial, com a ocorrência de *Aulacoseira granulata* nas três estações (Fig. 5a).

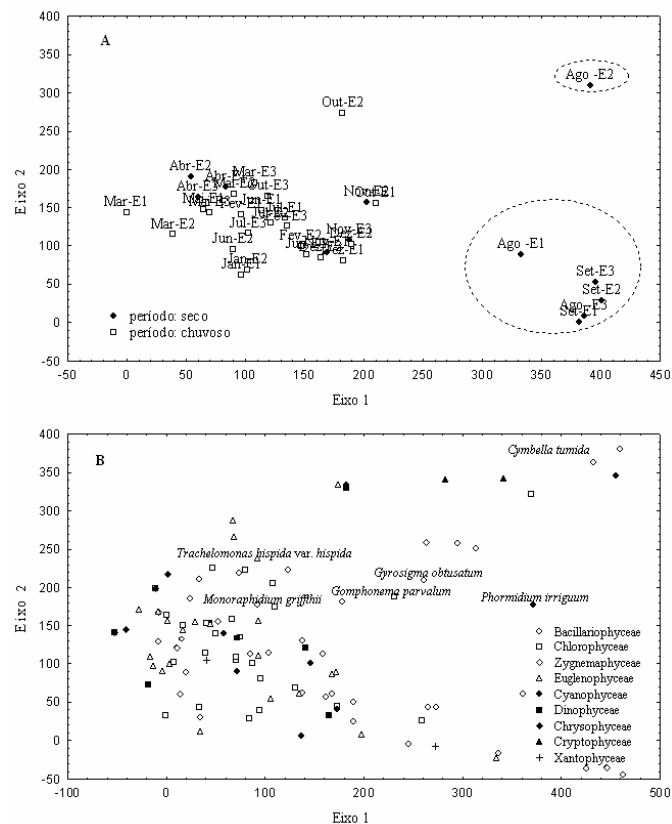


Fig. 5 a) Dispersão dos escores meses-estações e b) da densidade dos táxons fitoplanctônicos ao longo dos dois primeiros eixos da DCA.

A DCA realizada para todos os dados de biovolume fitoplanctônico não discriminou claramente o período chuvoso do período seco, porém, evidenciou um nítido gradiente espacial. A estação 2, em agosto de 2008 e a estação 1, em outubro estiveram separadas das demais estações, devido a presença de *Surirella guatimalensis*. Nos meses de novembro e dezembro também foi verificada uma acentuada heterogeneidade espacial. O mês de setembro de 2008, assim como na DCA realizada para densidade, também apresentou a maior homogeneidade espacial em relação ao biovolume fitoplanctônico, onde houve a predominância de *Surirella guatimalensis* em ambas as estações (Fig. 6a).

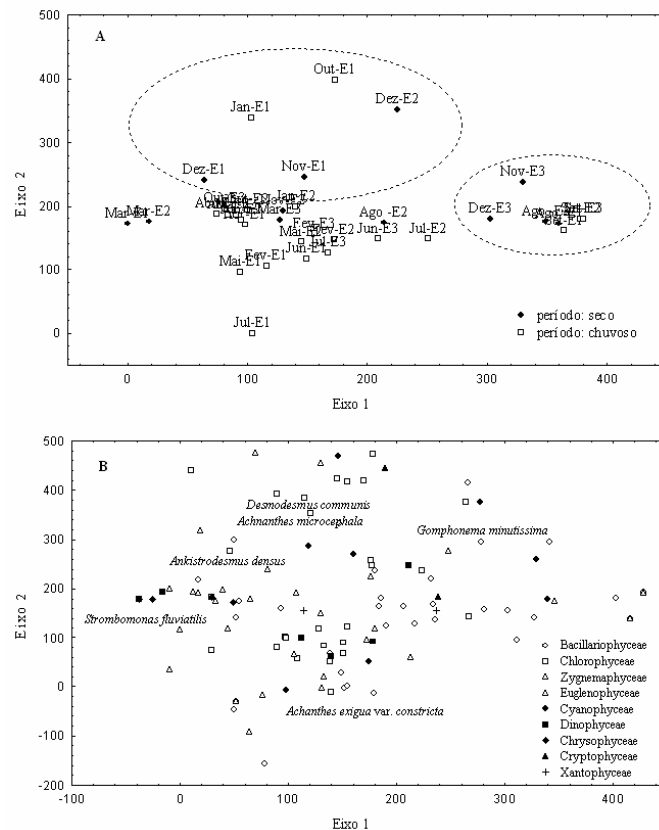


Fig. 6 a) Dispersão dos escores meses-estações e b) do biovolume dos táxons fitoplanctônicos ao longo dos dois primeiros eixos da DCA.

A composição fitoplanctônica mostrou uma evidente variação temporal com uma mudança na estrutura ao longo do período de estudo, com baixa variação espacial (Fig. 7).

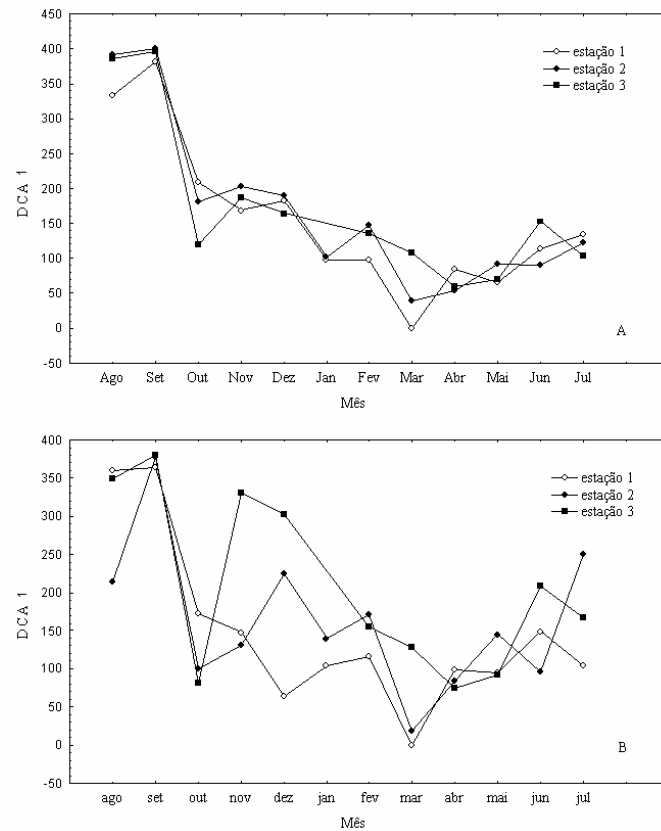


Fig. 7 Distribuição dos escores da DCA 1 realizada para os dados de densidade (a) e biomassa (b) ao longo do período de estudo.

Discussão

Neste estudo foi possível verificar uma alta diversidade de espécies, provavelmente devido à existência *in loco* de condições físicas e químicas favoráveis ao desenvolvimento do fitoplâncton, bem como pela presença de bancos de macrófitas aquáticas, que podem ser fonte de inóculos de organismos, contribuindo assim para a diversidade do potamoplâncton. Grande número de táxons fitoplanctônicos também foi registrado nos rios do delta do Jacuí, RS, estudado por Rodrigues *et al.* (2007), sendo 229 para o Rio Gravataí, 231 para o Rio dos Sinos, 199 para o Rio Caí e 199 para o Rio Jacuí. Rodrigues *et al.* (2009) registraram em seu estudo 177 táxons no Rio Paraná, 288 táxons no Rio Baía e 227 táxons no Rio Ivinhema.

A composição fitoplanctônica do Rio São João foi típica de ambientes lóticos, com a predominância de Bacillariophyceae e Chlorophyceae que conforme Reynolds *et al.* (1994),

predominam nos ambientes fluviais, pois são algas que investem em um rápido crescimento e maior habilidade de sobrevivência no ambiente turbulento. Bacillariophyceae apresentou maior riqueza de espécies em temperaturas mais baixas (19-21°C), e Chlorophyceae em temperaturas mais altas (26-29°C). Train *et al.* (2000), no entanto, registraram o inverso para um canal lateral do alto Rio Paraná, tendo as clorofíceas a maior riqueza de espécies, só então seguido das diatomáceas, assim como Silva *et al.* (2001).

As classes Zygnemaphyceae e Euglenophyceae também foram importantes para a composição fitoplanctônica, sendo a classe Zygnemaphyceae (39 táxons) originária provavelmente de inóculos oriundos do perifíton e a classe Euglenophyceae (37 táxons) oriunda dos períodos mais chuvosos, que consequentemente promoveram maior aporte de matéria orgânica no ambiente aquático, propiciando o desenvolvimento dos euglenófitos. Rodrigues *et al.* (2009) registraram poucos táxons de Zygnemaphyceae para o Rio Baía. Soares *et al.* (2007) registraram no rio Paraibuna cianobactérias e desmídias como grupos mais importantes para a composição fitoplanctônica e diatomáceas e desmídias para o rio Pomba. Em geral, o aumento da riqueza de espécies aconteceu no período seco, estando associada a temperaturas mais baixas e maior disponibilidade de oxigênio dissolvido, em contrapartida da menor riqueza que foi registrada no período chuvoso, associado a temperaturas mais elevadas e menores concentrações de oxigênio dissolvido.

Os baixos valores registrados para o biovolume e densidade fitoplanctônica no Rio São João se devem principalmente as características lóticas do ambiente, o que dificulta a manutenção da comunidade. Reynolds & Descy (1996) afirmam que para um bom desenvolvimento algal é necessário além de condições ideais de luz e nutrientes, também é necessário que o rio apresente um menor fluxo de correnteza. Este fato foi verificado por Train & Rodrigues (1998) no rio Baía, que apresentou um baixo fluxo e proporcionou uma alta contribuição de cianobactérias na biomassa fitoplanctônica, entretanto, no Rio São João registrou-se baixos valores tanto para densidade como para biovolume de cianobactérias.

A abundância do potamoplâncton apresentou uma variação significativa, com o maior valor acima dos 400 ind.mL⁻¹ ocorrendo em março de 2009, estação 1, mês correspondente ao período chuvoso. No entanto valores próximos também foram registrados no período de seca, em agosto, estação 2 (377 ind.mL⁻¹) e setembro de 2008, estação 2 (279 ind.mL⁻¹). O mesmo foi observado para as menores densidades registradas, sendo em outubro de 2008, estação 3 (19

ind.mL⁻¹) e novembro de 2008, estação 3 (24 ind.mL⁻¹). Ferrareze & Nogueira (2006) registraram em diversos rios da Bacia do Paranapanema uma abundância de organismos muito próxima ao registrado no Rio São João.

As altas densidades de diatomáceas obtidas no período seco, principalmente de *Aulacoseira granulata*, alga meroplânctônica e R-estrategista, comum no plâncton de rios, refletem as condições ideais para o desenvolvimento do grupo, principalmente as menores temperaturas e menores concentrações de nutrientes, como provavelmente de sílica, na qual as diatomáceas apresentam intensa incorporação. Segundo Reynolds (1994) a dominância de diatomáceas filamentosas também está associada a capacidade que elas apresentam em formar inóculos, que ficam depositados no sedimento e através da turbulência são ressuspensos para a coluna d'água. Entretanto a dominância da crisofícea mixotrófica *Dinobryon bavaricum* em março de 2009, maior pico de densidade, pode estar associada às altas temperaturas registradas no período, menor transparência da coluna d'água e baixas concentrações de nutrientes, principalmente de nitrato. Já a contribuição de Euglenophyceae, principalmente do táxon *Trachelomonas hispida* para a densidade fitoplanctônica em abril e maio de 2009 pode estar associada a valores mais elevados de precipitação, o que ocasionou maior carreamento de matéria orgânica das margens para o ambiente aquático, promovendo condições favoráveis para o seu desenvolvimento.

A comunidade fitoplanctônica do Rio São João esteve composta principalmente por espécies adaptadas a ambientes turbulentos. A baixa abundância de cianobactérias em todo o período de estudo se deve provavelmente a este fato, bem como as condições não eutróficas da água, assim como registrado por Ferrareze & Nogueira (2006) na bacia do Paranapanema. As classes Cryptophyceae, Dinophyceae e Xanthophyceae também apresentaram baixa contribuição para a abundância fitoplanctônica. Considerando estes parâmetros juntamente com as variáveis físicas e químicas, podemos inferir que o Rio São João é um ambiente oligotrófico e que pode ser enquadrado como corpo d'água classe 2, segundo a resolução nº 357 do CONAMA. Isso se deve, principalmente a localização do mesmo que está situado dentro de uma Unidade de conservação Federal, PNI, onde ainda são poucas as ações antrópicas.

O biovolume fitoplanctônico registrado no Rio São João não ultrapassou 1 mm³.L⁻¹, assim como a densidade que também obteve baixos valores. Os picos de biovolume coincidiram com os de densidade, no entanto, as espécies responsáveis por tal nem sempre foram as mesmas que para

a abundância. Bacillariophyceae foi em geral, a classe melhor representada quantitativamente, assim como registrado por Borges *et al.* (2003) no rio Pirapó. Soares *et al.* (2007) estudando os rios Paraibuna e Pomba registraram para o biovolume a dominância de diatomáceas e desmídias no trecho médio e a jusante do rio Pomba. Train & Rodrigues (1998) registraram durante três meses (total de 12 meses) do seu estudo no rio Baía a dominância de cianobactérias no biovolume, assim como Train *et al.* (2000), que em estudo num canal lateral do Alto Rio Paraná, obtiveram a classe Cyanophyceae como melhor representante.

Espécies de tamanhos menores podem apresentar elevada densidade, no entanto, em relação ao biovolume podem contribuir menos para a biomassa total, quando comparadas a espécies menos abundantes, entretanto, de tamanhos maiores. Fato este ocorrido, com o biovolume de alguns grupos, como por exemplo, de Bacillariophyceae, onde *Aulacoseira granulata* predominou na densidade, entretanto, *Surirella guatemalensis* também foi importante para os picos de biovolume, e para *Euglena acus* var. *longissima*, a qual foi importante no biovolume fitoplanctônico em março de 2009.

Os escores dos eixos gerados pela PCA demonstram que os fatores temperatura e oxigênio dissolvido são fatores extremamente importantes na estruturação da comunidade fitoplanctônica, uma vez que em regiões subtropicais a temperatura se destaca como importante discriminador da sazonalidade, o que influencia na dinâmica das comunidades aquáticas. Os escores dos eixos gerados pela DCA para os dados de densidade afirmam existir uma nítida variabilidade temporal da abundância fitoplanctônica entre os períodos chuvoso e seco, o que pode estar sendo influenciado principalmente pelas oscilações na temperatura, demonstrando a elevada densidade de diatomáceas principalmente em períodos de temperaturas mais amenas. Já a não discriminação de um gradiente espacial em relação à densidade fitoplanctônica se deveu provavelmente a homogeneidade na composição ao longo do trecho estudado. Os escores dos eixos gerados pela DCA para o biovolume fitoplanctônico, por sua vez, não discriminaram uma nítida variabilidade temporal, entretanto, discriminaram uma grande variabilidade entre as estações amostradas, provavelmente devido a presença de táxons de maior tamanho, porém não tão abundantes.

As variações temporais significativas na composição da comunidade fitoplanctônica, evidenciada pela correlação entre os escores do eixo 1 da DCA com os meses estudados, ocorreram devido a alternância das condições limnológicas, principalmente em relação a

temperatura, o que proporcionou a alteração na estruturação fitoplanctônica, porém, espacialmente a composição foi muito similar, devido à proximidade das estações, e também a similaridade da distribuição da comunidade em ambientes lóticos, em função do fluxo unidirecional.

A partir da análise dos dados ambientais verificou-se que além das características hidrodinâmicas próprias dos ambientes lóticos, importantes na variação da composição, riqueza, densidade e biomassa das espécies fitoplanctônicas, os fatores temperatura e oxigênio dissolvido são importantes na composição e estruturação da comunidade fitoplanctônica. Assim concordamos com a idéia de que os estudos limnológicos de ambientes lóticos, tanto em escala espacial como temporal devem ser mais intensificados, uma vez que os mesmos constituem uma importante ferramenta para o reconhecimento dos padrões de distribuição da comunidade fitoplanctônica em função das condições ambientais nestes ecossistemas, e que nos proporciona medidas para a preservação e conservação da biodiversidade tanto local como regional.

Referências Bibliográficas

- American Public Health Association (APHA). 1995. **Standart methods for the examination of water and wasterwater** . Byrd Prepress Springfield, Washington.
- Bicudo, C. E. M. & Menezes, M. 2006. **Gêneros de Algas de Águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. Rima, São Carlos.
- Bonetto, C. A., Zalocar de Domitrovic, Y., Caro, P. M. & Vallejos, E. R. 1979. Producción primaria Del Rio Paraná em el área de su confluência com el Rio Paraguai. **Ecosur** 6(12): 207-227.
- Bonetto, C.A., Zalocar de Domitrovic, Y. & Vallejos, E. R. 1982. Contribución al conocimiento Del fitoplâncton Del Paraná Médio I. **Ecosur** 9(18): 189-212.
- Borges, P. A. F., Rodrigues, L. C., Pagioro, T. A. & Train, S. 2003. Spatial variation of phytoplankton and some abiotic variables in the Pirapó River – PR (Brazil) in August 1999: a preliminary study. **Acta Scientiarum Biological Sciences** 25: 1-8.
- Borges, P. A. F. & Train, S. 2009. Phytoplankton diversity in the Upper Paraná River floodplain during two years of drought (2000 and 2001). **Brazilian Journal of Biology** 69: 637-647.
- Devercelli, M. 2006. Phytoplankton of the Middle Paraná River during an anomalous hydrological period: a morphological and functional approach. **Hydrobiologia** 563: 465-478.

- Ferrareze, M. & Nogueira, M. G. 2006. Phytoplankton assemblages and limnological characteristics in lotic systems of the Paranapanema Basin (Southeast Brazil). **Acta Limnologica Brasiliense** 18: 389-405.
- Garcia de Emiliani, M. O. 1988. Fitoplâncton y variables ambientales em cauces Del Paraná Médio. Argentina. Analisis de correlación canônica. **Rev. Hydrobiol. Trop.** 21(3): 183-196.
- Garcia de Emiliani, M. O. 1990. Phytoplankton ecology of the Middle Paraná River. **Acta Limnologica Brasiliense** 3(1): 391-417.
- Henry, R., Nunes, M. A., Mitsuka, P. M., Lima, N. De & Casanova, S. M. C. 1998. Variação Espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP). **Revista Brasileira de Biologia** 58(4): 571-590.
- Huszar, V. L. M. & Silva, L. H. S. 1999. **A estrutura da comunidade fitoplanctônica no Brasil: cinco décadas de estudos**. Limnotemas, São Carlos.
- Ibama. Plano de manejo. Ministério do meio ambiente, Brasil.
<http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraUc.php?seqUc=17>. (Acesso em 28/05/2008)
- Margalef, R. 1983. Limnologia. Omega, Barcelona.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 1999. **PC-ORD - Multivariate analysis of ecological data, version 4.0**. MjM Software Design, Gleneden Blach, Oregon.
- McCune, B. & Grace, J. B. 2002. **Analysis of ecological communities**. MjM Software Design, Gleneden Blach, Oregon.
- Moura, A. N., Bittencourt-Oliveira, M. C., Dantas, E. W. & Neto, J. D. T. A. 2007. Phytoplankton associations: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botanica Brasilica** 21: 641-648.
- O'Farrel, I., Izaguirre, I. & Vinocur, A. 1996. Phytoplankton ecology of the lower Paraná River (Argentina). **Archiv für Hydrobiologie** 15: 75-89.
- Reynolds, C. S. 1988. Potamoplankton: Paradigms, Paradoxes and Prognoses. In Round, F. E. (ed), *Algae and the aquatic environment*. Biopress, England: 283-311.
- Reynolds, C. S. 1994. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. **Hydrobiologia** 289: 9-21.
- Reynolds, C. S. & Descy, J. P. 1996. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. **Archiv für Hydrobiologie** 113: 161-167.
- Reynolds, C. S. 2006. **Ecology of phytoplankton**. Cambridge University Press, New York.

- Rodrigues, S. C., Torgan, L. & Schwarzbald, A. 2007. Composição e variação sazonal da riqueza do fitoplâncton na foz de rios do delta do Jacuí, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21: 707-721.
- Rodrigues, L. C., Train, S., Bovo-Scomparim, V. M., Jati, S., Borsalli, C. C. J. & Marengoni, E. 2009. Interannual variability of phytoplankton in the main rivers of the Upper Paraná River floodplain, Brazil: influence of upstream reservoirs. **Brazilian Journal of Biology** 69: 501-516.
- Round, F. E. 1965. **The biology of the algae**. Edward Arnold (Publishers) Ltda, London.
- Round, F. E. 1971. The taxonomy of the Chlorophyta, 2. **British Phycological Journal** 6: 235-264.
- Salamuni, R., Salamuni, E., Rocha, L. A. & Rocha, A. L. 2002. Parque Nacional do Iguaçu, PR: Cataratas de fama mundial. In: Schobbenhaus, C., Campos D. A., Queiroz E. T., Winge, M. & Berbert-Born, M. L. C. (eds). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília: 313-321.
- Silva, C. A., Train, S. & Rodrigues, L. C. 2001. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e a montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences** 23: 283-290.
- Soares, M. C. S., Huszar, V. L. M. & Roland, F. 2007. Phytoplankton dynamics in two tropical rivers with different degrees of human impact (Southeast Brazil). **River Research and Applications** 23: 698-714.
- Soares, M. C. S., Sophia, M. G. & Huszar, V. L. M. 2007. Phytoplankton flora of two rivers in Southeast Brazil – Paraibuna and Pomba Rivers, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 433-450.
- Statsoft Inc. 2005. Statistica (data analysis software system) version 7.1. www.statsoft.inc.
- Sun, J. & Liu, D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. **Journal of Plankton Research** 25: 1331-1346.
- Train, S. & Rodrigues, L. C. 1998. Temporal fluctuations of the phytoplankton community of the Baía River in the upper Paraná River floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Hydrobiologia** 361: 125-134.

- Train, S., Oliveira, M. D. & Quevedo, M. T. 2000. Dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica de um canal lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil). **Acta Scientiarum Biological Sciences** 22: 389-395.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodic. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie** 9: 1-38.