

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

**COLONIZAÇÃO E SUCESSÃO DAS ALGAS PERIFÍTICAS
SOBRE SUBSTRATO ARTIFICIAL EM UM LAGO RASO, RIO
BRANCO, ACRE.**

RAQUEL CRISTIAN SILVA FRANÇA

Dissertação de Mestrado

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

**COLONIZAÇÃO E SUCESSÃO DAS ALGAS PERIFÉRICAS
SOBRE SUBSTRATO ARTIFICIAL EM UM LAGO RASO, RIO
BRANCO, ACRE.**

RAQUEL CRISTIAN SILVA FRANÇA

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia e
Manejo de Recursos Naturais da
Universidade Federal do Acre, como
parte dos requisitos para a obtenção do
título de Mestre em Ecologia e Manejo
de Recursos Naturais.**

Rio Branco, Acre
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

**COLONIZAÇÃO E SUCESSÃO DAS ALGAS PERIFÉRICAS SOBRE
SUBSTRATO ARTIFICIAL EM UM LAGO RASO, RIO BRANCO, ACRE.**

RAQUEL CRISTIAN SILVA FRANÇA

BANCA EXAMINADORA

Dr. Elder Morato
UFAC

Dra. Carla Ferragut
Instituto de Botânica de São Paulo

Dra. Liliana Rodrigues
UEM

Dra. Sueli Train
UEM

Dra. Maria Rosélia Lopes Marques
ORIENTADOR (A) /UFAC

Dra. Carla Ferragut
CO-ORIENTADOR (A)/Instituto de Botânica de São Paulo

*Aos meus amados pais, Dativo e Socorro
e ao meu querido marido Ronaldo*

*“Confiai no Senhor perpetuamente,
porque o Senhor Deus é uma rocha eterna”.*

(Isaías 22:4)

*“Nem olhos viram, nem ouvidos ouviram o que Deus
tem preparado para aqueles que o amam.”*

(I Coríntios 2:9)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Acre e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais.

A Fundação Ford pela concessão da bolsa de mestrado e ao FDCT, órgão financiador do projeto.

À Prof^ª. Dr^ª. Maria Rosélia Marques Lopes, pela orientação, por estar sempre presente, por ser mais que uma orientadora, mas uma mãe e uma grande amiga. Obrigada em especial pela sua infinita paciência e compreensão. Pelos seus conselhos e pela sua confiança, sem a qual nunca teria me disposto a realizar este trabalho.

À Prof^ª. Dr^ª. Carla ferragut, pela sua co-orientação, sem a qual estaria perdida.

Às Professoras Dra. Liliana Rodrigues, Dra. Sueli Train, Dra. Carla Ferragut e ao Professor Dr. Elder Morato, por terem aceitado o convite para compor a banca.

Às pesquisadoras Dra. Carla Ferragut e Dra. Luciane Crosseti, pela confirmação da espécie *Synechocystis aquatilis* Sauvageau.

Ao laboratório de limnologia do Instituto de Botânica, pelas análises de Nitrogênio do perifíton.

Ao Rui Santana e equipe da UTAL, pelo apoio e confiança dispensados na utilização de seus aparelhos.

A equipe do Laboratório de Química, por permitir o uso irrestrito de seus equipamentos.

Ao Tião do Laboratório de Biologia, pela incansável dedicação na manutenção dos microscópios e por estar sempre disponível quando precisávamos.

Ao técnico e amigo Willians Aiache por estar sempre presente nas coletas, pelas brilhantes idéias que ajudaram na implementação do experimento, pelo pão com manteiga e pelas horas de descontração.

Ao seu Montim, que fez meu estrado e meu suporte, que sem ele não seria possível à realização desse trabalho, obrigada pela sua contribuição ao conhecimento científico.

A minha eterna professora Socorro Motta, que na minha alfabetização ficou quinze minutinhos a mais comigo, me incentivando a ter gosto pelos estudos.

Aos amigos e amigas das turmas de 2006, 2007 e 2008 do Mestrado em Ecologia e Manejo e Recursos Naturais, pelos momentos de descontração e pelas trocas de conhecimentos.

Aos amigos da turma 2006, em especial, Nadir, Jorcely, Diego, Flávio e Sara, pelos momentos de convívios e apoio incessante.

Aos amigos do Instituto de Botânica, pela acolhida, principalmente a Angélica e ao Kleber, pelo carinho e atenção.

À grande amiga Nadir, que compartilhou de todas as dúvidas e angústias. Pelo apoio nas coletas, no laboratório e principalmente no inglês.

Aos meus amados pais por me proporcionarem segurança, tranquilidade e apoio. Pelos conselhos, pelo amor, carinho e atenção, pela compreensão e por entender minha ausência. Obrigada por me incentivarem a sempre ir mais além e nunca desistir de meus sonhos.

Aos meus queridos irmãos, Junior, Marcus Paulo e Alício, por todo amor, respeito e por toda compreensão.

A o meu amado marido Ronaldo, por sua paciência, compreensão e apoio. Por estar ao meu lado em todas as horas, por entender minha ausência e por me amar

incondicionalmente, por ser a luz que ilumina meu caminho e que sempre tem uma palavra de incentivo quando eu acho que nada dará certo.

A todos que não citei que de alguma forma me ajudaram a conclusão desse trabalho.

A Deus por ter posto em minha vida, todos que me ajudaram a concluir esse trabalho e que me incentivaram a seguir em frente, mesmo quando tudo parecia estar perdido.

Com grande prazer, expresso minha eterna gratidão. Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. ÁREA DE ESTUDO	8
3.2. AMOSTRAGEM	10
3.3. VARIÁVEIS ABIÓTICAS	10
3.4. VARIÁVEIS BIÓTICAS	10
3.4.1. Substrato para a colonização das algas perifíticas	10
3.4.2. Medidas de Biomassa	11
3.4.3. Composição química do perifíton	13
3.4.4. Análise qualitativa da comunidade perifítica	14
3.4.5. Análise quantitativa das algas perifíticas	15
3.4.6. Índices Biológicos	15
3.4.7. Tratamento estatístico	16
4. RESULTADOS	16
4.1. VARIÁVEIS ABIÓTICAS	16
4.2. COMUNIDADE PERIFÍTICA	22
4.2.1. Biomassa e densidade algal da comunidade perifítica	22
4.2.3. Composição química da comunidade perifítica	24
4.2.4. Estrutura específica e de classes da comunidade de algas perifíticas	27
4.2.5. Estrutura específica da comunidade de algas perifíticas	38
4.2.6. Análise conjuntas das espécies de algas perifíticas	39
4.2.7. Análise conjunta das variáveis abióticas e espécies	41
4.3. FORMAS DE VIDA	44
4.4. ÍNDICES BIOLÓGICOS	45
5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	46
5.1. CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS	46
5.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA COMUNIDADE PERIFÍTICA	47
5.3. ESTRUTURA DA COMUNIDADE PERIFÍTICA	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

RESUMO

Foi realizado um estudo da comunidade de algas perifíticas no Lago do Viveiro visando avaliar as modificações estruturais e funcionais da comunidade em função do processo sucessional em reservatório tropical raso, bem como os principais fatores ambientais (sazonais, físicos e químicos da água) reguladores dessas mudanças. Utilizou-se lâminas de vidro como substrato para o acompanhamento da sucessão da comunidade perifítica durante 35 dias. As amostragens foram realizadas em dois períodos climáticos: de seca (19/ago -19/set/2006) e de chuva (5/fev-8/mar/2007). Foram estudadas as seguintes variáveis limnológicas: temperatura, condutividade, pH, oxigênio dissolvido, CO₂ livre, sílica, nitrogênio fósforo total. Para analisar a estrutura da comunidade foram avaliadas as medidas de biomassa (clorofila-a, massa seca livre de cinzas e densidade de algas), a composição química do perifítron (Nitrogênio-Np e Fósforo-Pp) e a densidade de espécies. Para análise estatística dos dados aplicou-se análise descritiva bem como análise multivariada de ordenação (ACP e ACC). As análises foram significativas ($p < 0,05$), a correlação de Pearson foi alta, indicando forte associação entre as variáveis ambientais e as espécies de algas da comunidade perifítica. As medidas de biomassa apresentaram incremento exponencial tanto no período de seca quanto de chuva. Com base na razão molar Np:Pp, verificou-se que a comunidade perifítica foi extremamente limitada por fósforo nos dois períodos estudados. A comunidade de algas perifíticas compreendeu 337 espécies, distribuídas em 11 classes. Quanto à densidade das classes taxonômicas, as Cyanophyceae foram as mais representativas em ambos os períodos. Em seguida aparecem as Euglenophyceae no período de seca e as Bacillariophyceae na chuva. Em terceiro lugar, aparecem as Zygnemaphyceae na seca e Euglenophyceae na cheia e em quarto lugar as Bacillariophyceae na seca e as Zygnemaphyceae na chuva. A espécie *Synechocystis aquatilis* foi a única espécie dominante, porém, somente nos estádios iniciais do período de chuva. Onze espécies foram abundantes durante o experimento: 10 no período de seca (*Synechocystis aquatilis*, *Synechocystis* sp., *Synechococcus linearis*, *Trachelomonas volvocina* var. *volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *punctata*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, *Navicula pseudolanceolata*, *Eunotia flexuosa*, *Chroomonas nordstedtii* e *Chlamydomonas* sp.) e quatro no período de chuva (*Synechocystis aquatilis*, *Synechocystis* sp., *Aphanizomenon gracile* e *Navicula*

pseudolanceolata). A comunidade foi distinta entre os estádios sucessionais e os períodos sazonais. A sílica solúvel reativa e a profundidade do lago estiveram correlacionadas com o período de chuva e associadas às espécies *S. aquatilis*, *A. gracile* e *N. pseudolanceolata*. A transparência e a condutividade estiveram correlacionadas com o período de seca e associadas às espécies *S. linearis*, *T. volvocina* var. *volvocina*, *T. volvocinopsis* var. *punctata*, *T. volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, *E. flexuosa*, *C. nordstedtii* e *Chlamydomonas* sp. Finalmente a comunidade perifítica caracterizou-se pela maior produção de biomassa na seca, com a dominância da classe Cyanophyceae nos dois períodos estudados, devido à alta densidade da espécie *S. aquatilis*. Portanto, evidenciou-se que a comunidade perifítica desenvolvida no lago do Viveiro apresentou variação estrutural em escala temporal e sazonal.

Palavra-chave: Estado do Acre, reservatório artificial raso, ecologia do perifíton, *Synechocystis aquatilis*

Órgão financiador: Fundação Ford

ABSTRACT

Colonization and succession of periphytic algae on an artificial substrate in a shallow lake, Rio Branco, Acre

A study of the periphytic algae community of Lake Viveiro was carried out in order to assess the functional and structural community changes in relation to successional processes in a shallow tropical lake, as well as the main environmental factors (seasonal, physical, and chemical of water), which regulate these changes. Glass slides were used as substrate for monitoring the succession of the periphytic community for 35 days. Samples were taken in two climatic seasons: dry (ago/19 –set/19/2006) and rainy (fev/5-mar/8/2007). The following limnological variables were studied: temperature, conductivity, pH, dissolved oxygen, CO₂ free, silica, total nitrogen, and total phosphorus. To study the community structure measures of biomass were assessed (chlorophyll-a, dry ash-free mass, and density of algae), periphyton chemical composition (NP-Nitrogen and phosphorus-Pp) and species density. Data analysis applied descriptive analysis and multivariate analysis of ordination (PCA and CCA). The analyses were significant ($p < 0.05$), the Pearson correlation was high, indicating a strong association between environmental variables and the species of the periphytic community. The biomass measures have shown exponential increase in both periods: dry and rainy. Based on the molar ratio Np: Pp, it was found that the periphytic community was extremely limited by phosphorus in the two study periods. The periphytic algae community comprised 333 species, distributed in 11 classes. As the taxonomic class density, Cyanophyceae was the most representative in both periods. Cyanophyceae was followed by Euglenophyceae in the dry period and Bacillariophyceae in the rainy. In third place, appear Zygnemaphyceae in the dry season and Euglenophyceae in the rainy season and in fourth place, Bacillariophyceae in the dry season and Zygnemaphyceae in the rainy season. *Synechocystis aquatilis* was the only dominant species, but only in initial stages of the rainy period. Eleven species were abundant during the experiment: ten in the dry period (*Synechocystis aquatilis*, *Synechocystis* sp., *Synechococcus linearis*, *Trachelomonas volvocina* var. *volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *punctata*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, *Navicula pseudolanceolata*, *Eunotia flexuosa*, *Chroomonas nordstedtii* and *Chlamydomonas* sp.) and four in the rainy period (*Synechocystis aquatilis*,

Synechocystis sp., *Aphanizomenon gracile* and *Navicula pseudolanceolata*). The community was distinct among the successional stages and seasons. The soluble reactive silica and lake depth were correlated with the rainy period and associated with species *S. aquatilis*, *A. gracile* and *N. pseudolanceolata*. Transparency and conductivity were correlated with dry period and associated with species *S. linearis*, *T. volvocina* var. *volvocina*, *T. volvocinopsis* var. *punctata*, *T. volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, *E. flexuosa*, *C. nordstedtii* and *Chlamydomonas* sp. Finally, the periphytic community was characterized by greater production of biomass in the dry season, with the dominance of Cyanophyceae class in both study periods, due to the high density of species *S. aquatilis*. Therefore, the periphytic community presented structural change on a daily and seasonal scale.

Keyword: Acre State, shallow artificial lake, periphyton ecology, *Synechocystis aquatilis*.

Financial support: The Ford Foundation.

1. INTRODUÇÃO

O perifíton é uma complexa comunidade de microorganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos frouxamente aderidos a substratos inorgânicos ou orgânicos vivos ou mortos (Wetzel, 1983).

A comunidade perifítica é primariamente autótrofa, sendo a base nos ecossistemas aquáticos, ou seja, promove intercâmbio entre os componentes químicos, físicos e biológicos na cadeia alimentar (Lowe & Pan, 1996). A comunidade de algas é o componente mais estudado do perifíton e em alguns ambientes a fração algal do perifíton chega a contribuir com cerca de 90% da produção primária total (Wetzel, 1990).

Esses organismos associados aos sedimentos em regiões de área rasa nas quais não há limitação por luz, constituem uma importante fonte de matéria orgânica e desempenham papel chave na produtividade primária, principalmente em lagos rasos e pântanos, e nas interações tróficas dos sistemas aquáticos continentais (Stevenson, 1996; Rodrigues et al., 2003). Atuam como reguladores do fluxo de nutrientes em ecossistemas aquáticos, principalmente naqueles em que há um grande crescimento de macrófitas ou outros tipos de substratos, incluindo os artificiais (Hill & Webster, 1982; Wetzel, 1990; 1993a; Biggs, 1995; Goldsborough & Robinson, 1996; Lamberti, 1996; Stevenson, 1996). Segundo Moschini-Carlos (1999) as taxas de produção primária das algas perifíticas dependem do substrato disponível para a colonização, das características das substâncias, das condições físicas e químicas da água e da morfometria dos sistemas aquáticos.

O perifíton apresenta uma alta taxa de reciclagem e uma ampla distribuição geográfica, proporcionando desta forma, abrigo e alimento para vários organismos invertebrados herbívoros e peixes. É um importante recurso de alimento para muitos invertebrados, particularmente em águas rasas, com o mínimo de sombreamento. (Allan, 1995; Sommer, 2000; Peters et al., 2007).

Putz (1997) observou diatomáceas perifíticas sofrendo pressão alimentar por vários invertebrados num igapó do Rio Negro (Amazônia). Segundo esse autor, as diatomáceas são consumidas seletivamente de acordo com a espécie e o tamanho.

Ferreira & Gonçalves (2006) observaram que 35-90% da dieta alimentar de peixes em cinco ilhas de Abrolhos é composta de algas perifíticas. Liboriussen et al.

(2005) estudando dois lagos na Dinamarca, observaram que a predação pelos peixes tem efeito positivo sobre a biomassa algal em ambos os lagos estudados.

A comunidade perifítica possui efetiva participação na reciclagem dos nutrientes. A quase totalidade de produção fotossintética é mineralizada continuamente na bioderme perifítica (Sand-Jensen, 1983). Podem causar mudanças químicas da água, o que afeta indiretamente outros organismos, influenciar na oxigenação da coluna de água, no aumento do pH e na diminuição das concentrações de dióxido de carbono e bicarbonato (Rodrigues et al., 2003). Além disso, apresenta ciclo de vida curto e, conseqüentemente, responde rapidamente às mudanças ambientais. São os primeiros organismos a responderem ao estresse ambiental e a se recuperarem desse distúrbio, afirma Ferreira et al. (2005).

Devido ao seu hábito sésil, a comunidade perifítica é considerada excelente ferramenta para a avaliação da qualidade da água porque possui a capacidade de integrar as características físicas e químicas. Por exemplo, acumula substâncias poluentes, principalmente herbicidas, inseticidas e elementos radioativos da água em curtos intervalos de tempo. (Sládecková, 1962; 1991; Lowe & Pan 1996; McCormick & Stevenson, 1998; Hill et al., 2000).

Durante muitos anos os limnólogos consideravam que apenas o fitoplâncton e as macrófitas aquáticas constituíam os grandes produtores primários dos ecossistemas aquáticos continentais, ficando a comunidade perifítica negligenciada e considerada apenas como uma curiosidade científica (Rodrigues et al., 2005). Atualmente, com o aumento das pesquisas dessa comunidade, sabe-se de sua importância em sistemas rasos e que, tanto a comunidade de algas planctônicas quanto perifíticas, possuem atributos importantes para bioindicação, principalmente três: ubiquidade, visto que se distribuem em praticamente todos os ambientes aquáticos; é geralmente rica em espécies e fornece um sistema rico de informações ecológicas para o monitoramento ambiental (Sládecková, 1962; 1991; Lowe & Pan, 1996; Hameed, 2003).

Mundialmente, a comunidade perifítica vem sendo utilizada temporal e espacialmente para compreensão de processos em ecologia tais como, sucessão da comunidade, padrões de colonização e efeitos de pulsos (Tundisi, 1999). Foi observado por muitos autores, por exemplo: Brown & Austin (1973), Ács & Kiss (1993), Moschini-Carlos (1996), Passy et al. (1999), Vercellino & Bicudo (2006), que essa dinâmica espacial e temporal varia de acordo com as condições climáticas, físicas e químicas da água e ainda com as características biológicas das espécies. Hoagland et al.

(1982), afirmam que, considerando-se a escala de atuação, o desenvolvimento da comunidade perifítica é análogo ao da sucessão das plantas superiores.

Muitos autores para observar os processos de colonização e sucessão da comunidade de algas perifíticas utilizam substratos artificiais. Estes podem ser de madeira, lâminas ou bastões de vidro, plástico, além de outros objetos em que se possa definir a área a ser colonizada. Os mais utilizados são as lâminas de vidro por ser de fácil manipulação no tempo e espaço, apresentar área definida e constante, ser de baixo custo e permitir boa reprodutibilidade. Além disso, permite a visualização direta do material ao microscópio na análise qualitativa (Bicudo, 1990).

Apesar da grande importância dessa comunidade nos ecossistemas aquáticos, os estudos estão concentrados em algas fitoplanctônicas, nos aspectos de sua comunidade, produção primária entre outros (Lowe, 1996). Segundo Bicudo et al. (1995) e Pompêo & Moschini-Carlos (2003), estudos sobre a comunidade perifítica são extremamente recentes, escassos, difusos e fragmentados no Brasil, e somente após os trabalhos de Panitz (1980) e Soares (1981) é que as bases ecológicas para o estudo dessa comunidade começaram a se consolidar. Nos últimos anos no Brasil, esse quadro tem melhorado, substancialmente, com as contribuições de Rodrigues & Bicudo (2004), Huszar et al. (2005), Felisberto & Rodrigues (2005a; 2005b), Rodrigues et al. (2005), Taniguchi et al. (2005), Vercellino & Bicudo (2006), Felisberto & Rodrigues (2007).

Segundo Putz & Junk (1997), na Amazônia a situação é ainda mais agravada, pois os estudos estão concentrados no fitoplâncton. Apenas na década de 80 com Uherkovich & Franken (1980) é que se teve conhecimento dessa comunidade na Amazônia.

No Estado do Acre, os estudos sobre o inventário taxonômico da biodiversidade de algas são incipientes e estão concentrados na comunidade fitoplanctônica (Souza et al., 2003). Até o momento apenas três trabalhos foram publicados para o estado Archibald & King (1985) no município de Cruzeiro do Sul e Keppeler et al. (1999a; 1999b) no município de Rio Branco sendo as algas perifíticas estudadas por meio de levantamentos taxonômicos desenvolvidos com amostras de plâncton e espremido de raízes de plantas aquáticas.

Tendo em vista a problemática da perda de biodiversidade no planeta, a escassez de estudos sobre a comunidade perifítica na Amazônia e a sua importância ecológica, o presente trabalho pretende contribuir para o conhecimento desta comunidade em

ecossistemas aquáticos amazônicos, compreender e conhecer sua dinâmica e biodiversidade, bem como subsidiar o gerenciamento e conservação destes ambientes.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar as modificações estruturais e funcionais da comunidade de algas perifíticas em função do processo sucessional e variação sazonal em reservatório tropical raso, bem como os principais fatores ambientais (sazonais, físicos e químicos da água) reguladores dessas mudanças.

2.2. Específicos

- Analisar qualitativa e quantitativamente as algas perifíticas durante o processo sucessional.
- Analisar e comparar os estágios da colonização e desenvolvimento da comunidade ao longo do período de estudo.
- Analisar a biomassa orgânica (massa seca e massa seca livre de cinzas) da comunidade perifítica durante o processo sucessional.
- Analisar a composição química da comunidade perifítica durante o processo sucessional.
- Identificar as principais variáveis ambientais que atuam sobre a estrutura e dinâmica da comunidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O lago do Viveiro (09°57'S e 67°57'W) está localizado no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre e consiste de uma área de 100 ha de mata preservada. (Figs. 1 e 2).

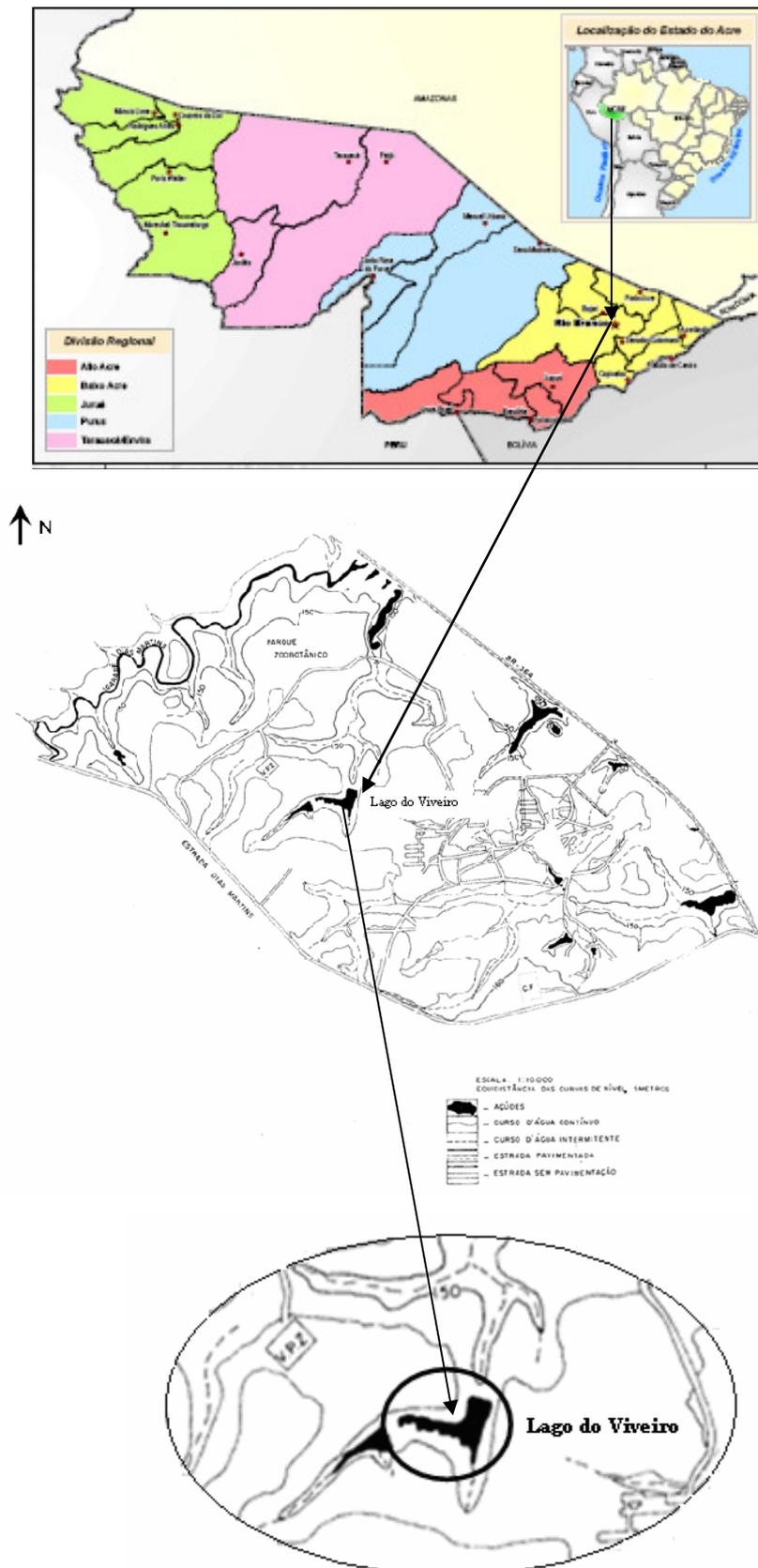


Figura 1. Localização do lago do Viveiro no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre em Rio Branco, Estado do Acre. (Fonte: Zoneamento Ecológico Econômico, do Estado do Acre, 2007; Plano de Manejo do Parque Zoobotânico, UFAC, 1987).



Figura 2. Aspecto geral do lago do Viveiro, Parque Zoobotânico, UFAC, Rio Branco, AC.

3.2. AMOSTRAGEM

O presente trabalho foi realizado nos períodos de seca e de chuva, nos quais as coletas de amostras referentes ao período de seca foram realizadas de 19/agosto a 19/setembro/2006 e no período de chuva de 03/fevereiro a 08/março/2007. As amostragens foram feitas a cada quatro dias na primeira quinzena e a cada cinco dias na segunda quinzena de cada período de estudo.

3.3. VARIÁVEIS ABIÓTICAS

As coletas de amostras para análise das variáveis físicas, químicas e biológicas foram realizadas na camada subsuperficial do lago, a 20 cm da superfície, acondicionadas em caixas de isopor com gelo e processadas no dia da coleta, no Laboratório de Limnologia do Departamento de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Acre. As variáveis analisadas e os procedimentos analíticos foram: temperatura da água (°C), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), medidas com uma sonda exploratória marca YSI 600; alcalinidade de acordo com Golterman & Clymo (1971), nitrogênio e fósforo total (Valderrama, 1981), sílica solúvel relativa (Golterman et al., 1978).

3.4. VARIÁVEIS BIÓTICAS

3.4.1. Substrato para a colonização das algas perifíticas

Como substrato artificial, foram escolhidas lâminas de vidro (76 x 26 mm) para a colonização do perifíton, recomendadas para estudos comparativos, como por exemplo, gradientes de poluição, colonização, taxas de crescimento e de imigração

(Wetzel, 1983). Além disso são de fácil manuseio, apresentam áreas definidas e constantes, têm baixo custo financeiro e permitem boa reprodutibilidade.

Foram utilizadas 150 lâminas distribuídas em dois suportes medindo 83 x 9,5 cm cada, nos quais foram dispostas 75 lâminas em cada um, separadas uma da outra por 1,5 cm. Os suportes com as lâminas foram fixados, um ao lado do outro, em um gradado de madeira medindo 90,5 x 45 x 46 cm (comprimento, largura, altura). O gradado foi mergulhado no lago à profundidade de 20 cm da superfície e amarrado em uma haste de bambu fincada no fundo do lago para que houvesse o menor movimento possível do gradado. O gradado ficou submerso na água com a ajuda de garrafas pets vazias, presas na parte superior de forma que este permaneceu submerso a 20 cm da superfície (Fig. 3). O experimento foi implantado na região pelágica do lago, na parte mais profunda, para tirar a influência da região litorânea e, também, da ação antrópica.

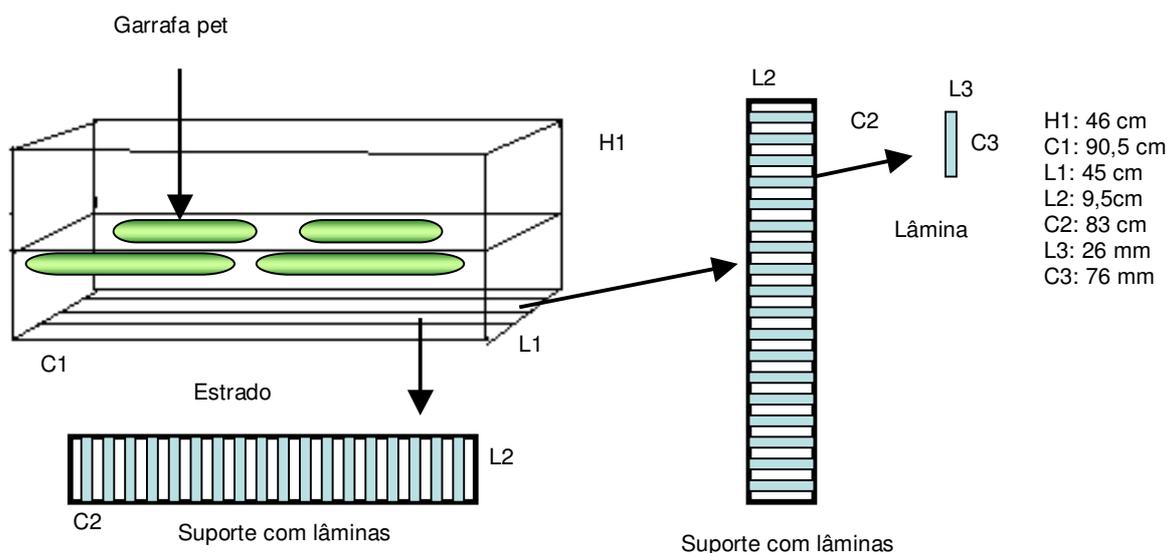


Figura 3. Esquema do substrato artificial utilizado.

3.4.2. Medidas de Biomassa

Clorofila-a

Para determinação da clorofila-a, foram sorteadas duas lâminas para cada dia amostrado, acondicionadas em frascos de Wheaton envoltos com papel alumínio, guardadas em um isopor com gelo e levadas para o Laboratório de Limnologia da UFAC, onde foi realizada a raspagem do substrato com lâmina de barbear e lavado com um volume conhecido de água destilada. O material perifítico foi filtrado em bomba a

vácuo sob baixa pressão (0,5 atm). Em seguida, o material filtrado foi congelado para procedimentos posteriores. Para a extração da clorofila-*a* (corrigida da feofitina) foi utilizado etanol (90%) segundo Marker et al. (1980) e o cálculo foi realizado conforme a fórmula abaixo:

$$\text{Clor-a } (\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}) = \frac{(\text{Eb}-\text{Ea}) \cdot (\text{R}/\text{R}-1) \cdot \text{K} \cdot \text{v}}{\text{S} \cdot \text{L}}$$

Onde:

Eb = absorbância do extrato a 665 nm, antes da acidificação, menos a absorbância a 750 nm.

Ea = absorbância do extrato a 665 nm, após a acidificação, menos a absorbância a 750 nm.

R = 1,72 (razão de rendimento da clorofila-*a* não acidificada para acidificada, conforme Wetzel & Likens (1991).

K = coeficiente de absorção da clorofila *a* = 1000/87 = 11,49 (para etanol).

v = volume do solvente utilizado (etanol) em mL (usualmente 10 mL).

L = comprimento da cubeta em cm.

S = área do substrato em cm².

Massa seca (MS), massa de cinzas (MC) e massa seca livre de cinzas (MSLC):

Para a determinação das cinzas do perifíton, foram sorteadas duas lâminas para cada dia amostrado, acondicionadas em frascos de Wheaton, guardadas em um isopor com gelo e levadas para o Laboratório de Limnologia da UFAC. A raspagem do substrato foi realizada com lâmina de barbear, sobre um filtro de fibra de vidro GF/F Whatman, pré-calcinado a 450°C por quatro horas em uma mufla, a fim de eliminar qualquer resíduo que pudesse interferir nas medidas gravimétricas do material perifítico. As lâminas foram lavadas com um volume conhecido de água destilada. Posteriormente, os filtros contendo o material perifítico foram pesados e armazenados em dessecador para posterior determinação das medidas gravimétricas através do método de Schwarzbald et al. (1990), utilizando-se as fórmulas abaixo:

$$MS = \frac{M_1 - M_0}{S}$$

$$MC = \frac{M_2 - M_0}{S}$$

$$MSLC = \frac{(M_1 - M_0) - (M_2 - M_0)}{S}$$

Onde:

MS = massa seca, em mg.cm⁻²;

MC = massa de cinzas em mg.cm⁻²

MSLC = massa seca livre de cinzas, em mg.cm⁻²;

M₀ = massa do filtro pré-calcinado, em mg;

M₁ = massa total, após a determinação da massa constante (filtro + material filtrado), em mg;

S = área total do substrato em cm²;

M₂ = massa após a calcinação do material, em mg.

3.4.3. Composição química do perifíton

Para a determinação da composição química do perifíton, foram sorteadas três lâminas para cada dia amostrado, acondicionadas em frascos de Wheaton, guardadas em um isopor com gelo e levadas para o Laboratório de Limnologia da UFAC, onde, foi feita a raspagem do substrato com lâmina de barbear e lavadas com um volume conhecido de água deionizada. A composição química foi avaliada através do conteúdo de fósforo, nitrogênio e carbono orgânico total. Sendo o primeiro realizado pelo método de Andersen (1976) modificado por Pompêo & Moschini-Carlos (2003), o segundo pelo método de Micro-Kjedhal descrito por Umbreit et al. (1964) e o terceiro de acordo com Wetzel (1975).

Fósforo total do perifíton

Para a determinação do fósforo total do perifíton, o procedimento analítico foi dividido nas seguintes etapas:

Calcinação – uma quantidade de 25 mL da amostra integrada foi colocada em cadinho de porcelana, previamente lavado e calcinado em mufla a 550 °C durante uma hora e pesado em balança analítica (M₀). Posteriormente, os cadinhos com material perifítico, foram levados à estufa a 70°C até a evaporação total da água, aproximadamente 24 h. Depois da completa secagem do material, foi determinada a

massa seca (M_1), em seguida das cinzas (M_2), através da calcinação a 550 °C, durante 1 h. A determinação da massa seca livre de cinzas (M_3) é numericamente $M_3 = (M_1 - M_0) - (M_2 - M_0)$.

Digestão – O material perifítico calcinado foi lavado com 25 mL de HCl 1N e em seguida aquecido em banho-maria por uma hora, à 98 °C. Logo após o resfriamento, as amostras foram diluídas com água deionizada (50 mL a 250 mL), de acordo com a quantidade de material perifítico calcinado presente. A concentração de fósforo total foi determinada pelo método espectrofotométrico descrito em Strickland & Parsons (1960).

A concentração do fósforo no perifíton foi calculada através das seguintes equações:

Determinação da massa de fósforo (P):

$$P_{\text{massa}} = \frac{P(\mu\text{g}) \cdot V_{\text{diluição}}}{1\text{L}}$$

Determinação da massa de P por unidade de MSLC:

$$P_{\text{MSLC}} = \frac{P_{\text{massa}}(\mu\text{g}) \cdot 1(\text{g})}{\text{MSLC}}$$

Cálculo da porcentagem de massa seca livre de cinzas

$$\%P/\text{MSLC} = \frac{\text{PMSLC}}{100}$$

Onde:

P = concentração de fósforo determinada pela curva de calibração e absorbância;

P_{massa} = massa de P (μg) no volume utilizado na diluição no balão;

V_{diluição} – volume utilizado na diluição em balão volumétrico;

MSLC = massa seca livre de cinzas do perifíton;

PMSLC = massa se P (μg) por unidade de massa seca livre de cinzas (g);

%P/MSLC = porcentagem de P por unidade de massa seca livre de cinzas.

3.4.4. Análise qualitativa da comunidade perifítica

Para análise qualitativa da comunidade perifítica, foram sorteadas duas lâminas para cada dia amostrado, acondicionadas em frascos de Wheaton, guardadas em um isopor com gelo e levadas para o laboratório de limnologia da UFAC, onde, foi

realizada a raspagem do substrato com lâmina de barbear e lavadas com um volume conhecido de água destilada. As amostras para a identificação da composição florística da comunidade perifítica foram fixadas com solução de Transeau (Bicudo & Bicudo, 1970). A análise qualitativa foi feita ao microscópio óptico binocular, marca Zeiss, modelo Standard 20, com câmara clara e ocular micrométrica. A identificação foi realizada em nível gênero de acordo com Bourrelly (1972; 1981; 1985), Bicudo & Bicudo (1970) e Bicudo & Menezes (2006). A identificação em nível espécie foi baseada em trabalhos mais abrangentes, tais como floras e artigos científicos específicos.

3.4.5. Análise quantitativa das algas perifíticas

Para análise quantitativa da comunidade perifítica, foram sorteadas duas lâminas para cada dia amostrado, acondicionadas em frascos de Wheaton, guardadas em um isopor com gelo e levadas para o Laboratório de Limnologia da UFAC, onde foi feita a raspagem do substrato com lâmina de barbear e lavadas com um volume conhecido de água destilada. As amostras foram fixadas em solução de lugol acético e mantidas no escuro, à temperatura ambiente, até o momento da contagem. A quantificação foi realizada pelo método de Utermöhl (1958), em microscópio óptico invertido, marca Zeiss, modelo Axiovert 25. O limite de contagem foi estabelecido de acordo com a curva de rarefação de espécies até atingir o total de 100 indivíduos da espécie mais freqüente (Bicudo, 1990). O cálculo da densidade dos organismos foi com base na densidade algal, seguindo a equação abaixo sugerida por Ros (1979).

$$N = \frac{n \cdot V(\text{mL})}{v_c(\text{mL})} \cdot \frac{1}{S(\text{cm}^2)}$$

$$v_c = H(\text{cm}) \cdot A_c(\text{cm}^2) \cdot N_c$$

Onde:

N = número de indivíduos por cm^2 ;

n = número total de indivíduos contados;

V = volume total da amostra contendo perifíton removido do substrato (mL);

S = superfície raspada do substrato (cm^2);

v_c = volume de campos contados (mL);

A_c = área de campo de contagem (cm^2);

H = altura da câmara de sedimentação (cm);

N_c = número de campos contados.

3.4.6. Índices Biológicos

Foram calculados índices referentes à estrutura de comunidades tais como: índice de diversidade de Shannon-Wiener (1963), dominância (Simpson, 1949) e equitabilidade (Lloyd & Ghelardi, 1964).

3.4.7. Tratamento estatístico

Análise descritiva univariada e exploratória de todo o conjunto de dados foi realizada através de representação gráfica dos dados (perfis e histogramas). Como medidas de tendência central foi utilizada média aritmética e mediana, e como medidas de dispersão, os quartis, erro padrão e coeficiente de variação.

Análise descritiva multivariada: Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada separadamente, para as análises conjuntas dos dados abióticos e bióticos obtidos nos períodos coletados e Análise Canônica de Correspondência (CCA) foi utilizada para correlacionar as espécies (variáveis bióticas) com as variáveis abióticas.

4. RESULTADOS

4.1. VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Na Tabela 1 estão os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das características físicas e químicas da água no lago de Viveiro.

Tabela 1. Valores mínimo, máximo, média e desvio padrão (n=8) das variáveis ambientais no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Variáveis	Seca	Chuva
Temperatura (°C)	25,6-27,8 (26,6 ± 0,77)	25,5-27,9 (26,5 ± 0,95)
pH	6,6 -7,0 (6,9 ± 0,15)	6,6-7,3 (7,1 ± 0,20)
CO ₂ livre	2,99 – 7,84 (4,44 ± 1,72)	1,35 – 5,40 (2,34 ± 1,36)
OD (mg.L ⁻¹)	0,1-1,4 (0,5 ± 0,48)	0,1-0,6 (0,3 ± 0,13)
Cond. (µS.cm ⁻¹)	17-20 (18 ± 1,13)	15-21 (17 ± 1,81)
NT (µgPT.L ⁻¹)	88-1662 (657 ± 493,17)	464-843 (641 ± 131,13)
PT (µgPT.L ⁻¹)	0-40 (11 ± 15,1)	3-8 (5 ± 1,83)
Si (mg.L ⁻¹)	0,1-0,6 (0,3 ± 0,18)	0,6-1,9 (1,6 ± 0,42)
Secchi (m)	0,4-0,9 (0,7 ± 0,20)	0,2-0,5 (0,4 ± 0,10)

Durante os períodos de estudo a temperatura média foi praticamente igual, mas no período de seca houve tendência a uma diminuição dos valores, e no período de cheia tendência ao aumento dos valores (Fig. 4 e Tab. 1). Destaca-se também que a variabilidade temporal da temperatura foi mais baixa no período de seca do que no período de chuva (CV de 2,88% e 3,6%, respectivamente).

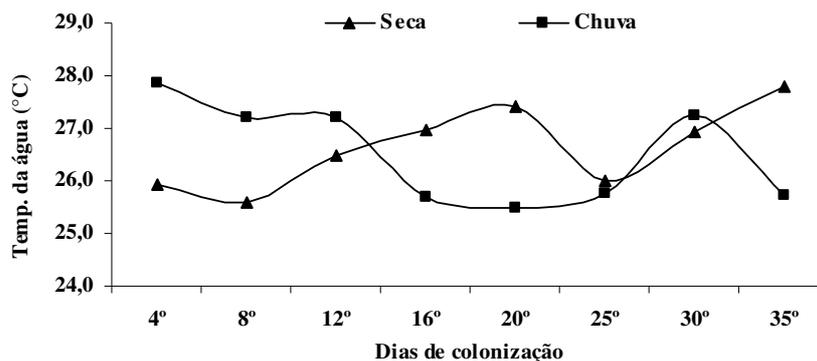


Figura 4. Variação temporal da temperatura no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Os valores de pH foram menores no período de seca, com tendência a características mais ácidas, ao contrário do período de chuva cujos valores mais altos mostraram características de pH neutro para o lago (Fig. 5, Tab. 1). Contudo, a variabilidade temporal, tanto no período de seca quanto no período de chuva, foi baixa (CV 2,12% e 2,77, respectivamente).

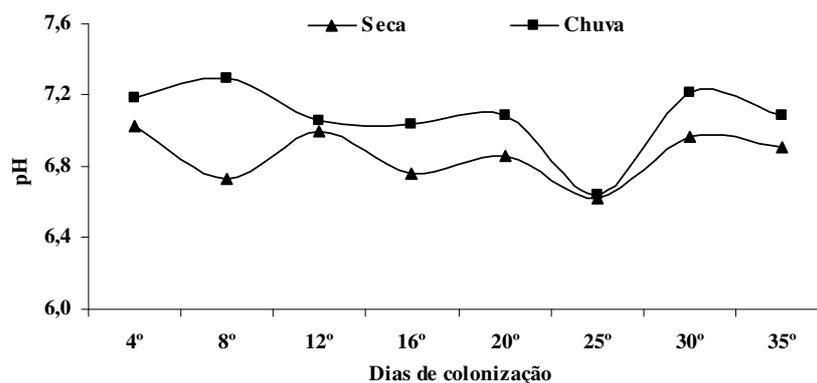


Figura 5. Variação temporal do pH no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

No período seco, os valores de CO_2 livre foram maiores do que os medidos no período chuvoso (Fig. 6, Tab. 1), com alta variabilidade temporal (CV 38,59% e 58,13%, respectivamente), sendo que os maiores valores foram registrados no 25° dia de colonização em ambos os períodos estudados.

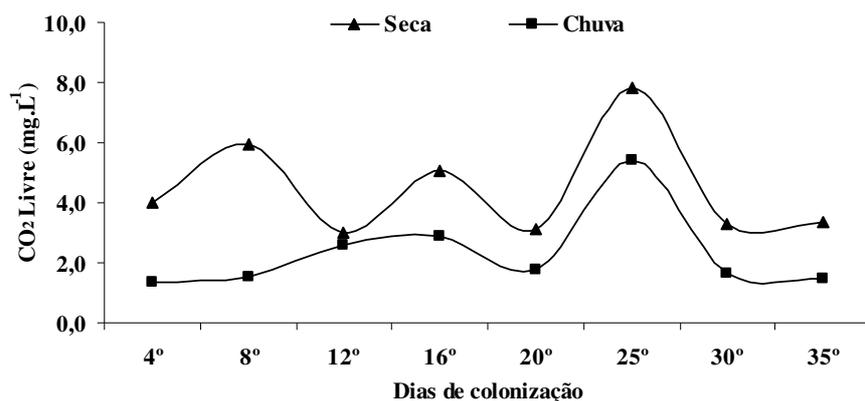


Figura 6. Variação temporal da concentração de CO₂ livre no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica apresentaram baixos valores em ambos os períodos de estudo, com tendência a valores mais altos no período de seca (Fig. 7, Tab. 1). A variabilidade do OD foi alta em ambos os períodos (CV 94,88% e 52,1%, respectivamente) enquanto da condutividade foi baixa (CV 6,21% e 10,56%).

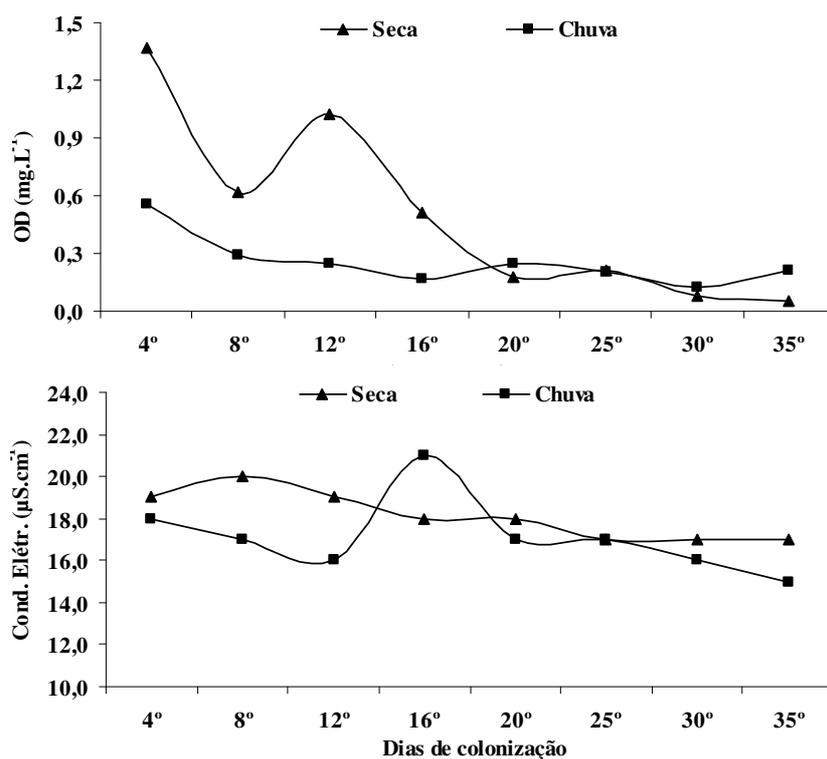


Figura 7. Variação temporal da concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

A transparência da água foi mais alta no período de seca em relação ao período de chuva (Fig. 8, Tab. 1) e a variabilidade temporal foi baixa em ambos os períodos (CV 28,75% e 30,22%, respectivamente). A profundidade mínima da zona eufótica foi

observada no período de chuva (0,60 m) demonstrando que a penetração de luz foi suficiente para a atividade fotossintética do perifíton.

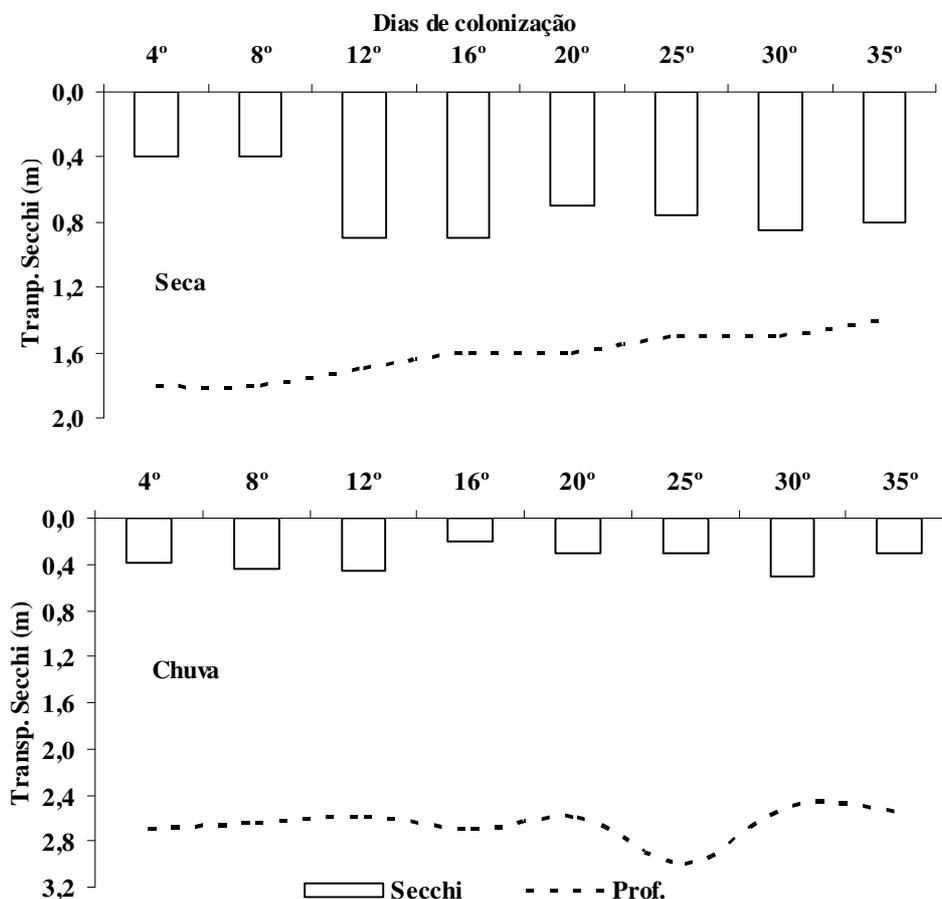


Figura 8. Variação temporal da transparência e da profundidade no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Considerando o período de estudo observou-se que os valores médios de NT e PT foram muito próximos, mas os maiores teores foram observados no período de seca (Fig. 9, Tab. 1). No período de chuva detectou-se a menor variabilidade temporal (dias) tanto do NT como do PT (CV de 20,5%, 36,5%, respectivamente). Por outro lado, a disponibilidade média de sílica foi 5 vezes maior no período chuvoso do que no seco (Fig. 10, Tab. 1), mas a variabilidade temporal foi maior no período de seca (CV de 53,9% e 26,8%, respectivamente chuva e seca).

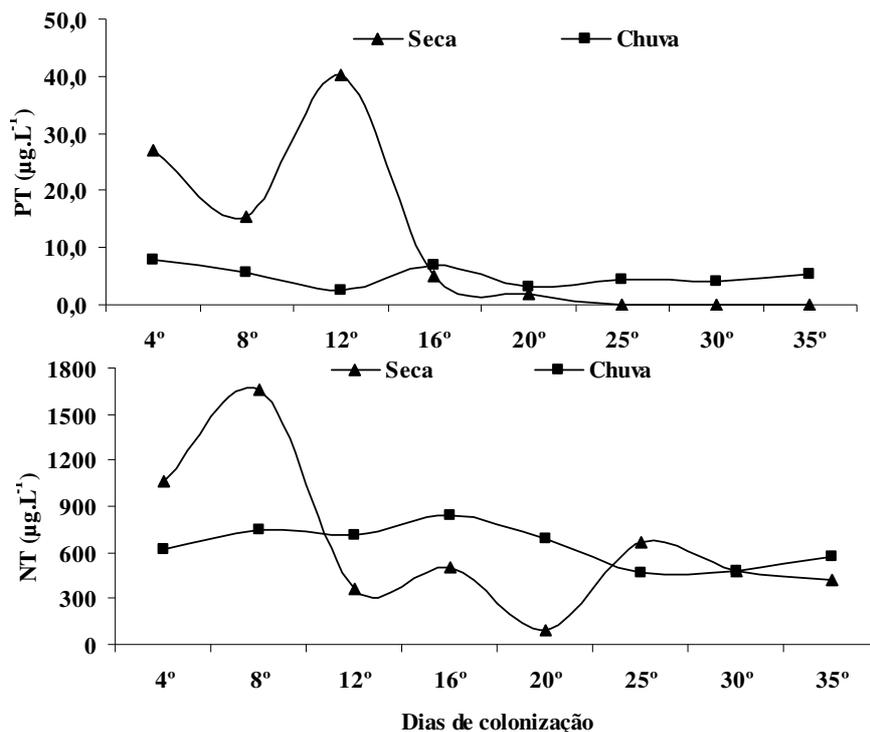


Figura 9. Variação temporal das concentrações de nitrogênio e fósforo total e sílica solúvel reativa no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

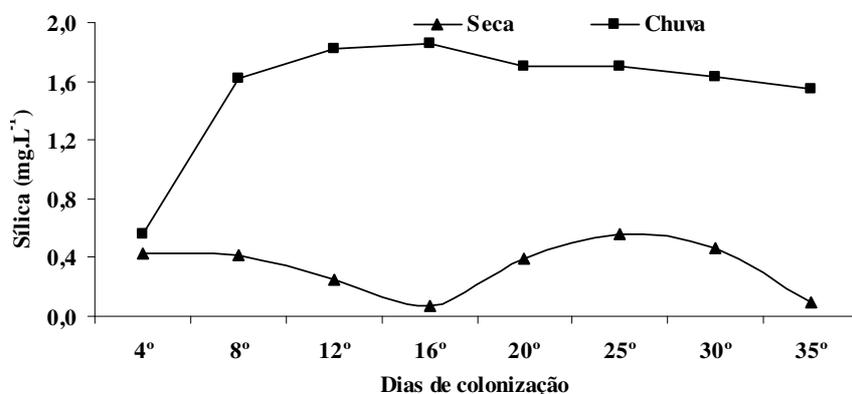


Figura 10. Variação temporal da concentração sílica solúvel reativa no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Com o objetivo de visualizar as principais tendências de variação das características limnológicas abióticas no lago do Viveiro nos períodos de estudo, foi aplicada a análise multivariada dos componentes principais (ACP). A análise resumiu 66,3% da variabilidade dos dados nos dois primeiros eixos da ordenação (Fig. 11 e Tab. 2).

No lado negativo do eixo 1 foram alocadas todas as unidades amostrais do período de seca, as quais foram associadas aos altos valores de transparência e CO₂ livre

($r > 6$). Enquanto, no lado positivo do eixo 1 foram reunidas todas as unidades amostrais referentes ao período de chuva associadas à maior profundidade e aos altos valores de sílica e pH. Portanto, o eixo 1 representou a sazonalidade.

O eixo 2 separou as unidades amostrais referentes ao período sucessional. No lado negativo do eixo 2 foram alocadas a maioria das unidades amostrais do início da colonização e sucessão, tanto do período de seca quanto de chuva. Tais unidades foram associadas aos altos valores de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, nitrogênio total e fósforo total. No lado positivo do eixo foram alocadas as unidades amostrais do período final de sucessão, também do período de seca e de chuva, associadas aos altos valores de transparência e CO₂ livre. Portanto o eixo 2 representou o período sucessional.

A PCA mostrou que apesar da menor profundidade no período seco, este se caracterizou pela maior transparência e maior disponibilidade de nutrientes, quando comparado com o período chuvoso.

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre as variáveis físicas e químicas analisadas e os dois primeiros eixos da ordenação na ACP nos períodos seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Variáveis	Códigos	Componentes Principais	
		1	2
Potencial hidrogeniônico	pH	0,697	-0,303
Oxigênio dissolvido	OD	-0,486	-0,746
Condutividade elétrica	Cond.	0,468	-0,604
Nitrogênio total	NT	-0,118	-0,669
Fósforo total	PT	0,425	-0,726
CO ₂ livre	CO2	-0,701	0,146
Sílica solúvel reativa	Si	0,885	-0,122
Profundidade	Profun.	0,804	0,303
Transparência	Trans.	-0,694	0,526
Variação explicada		39,6%	26,6%

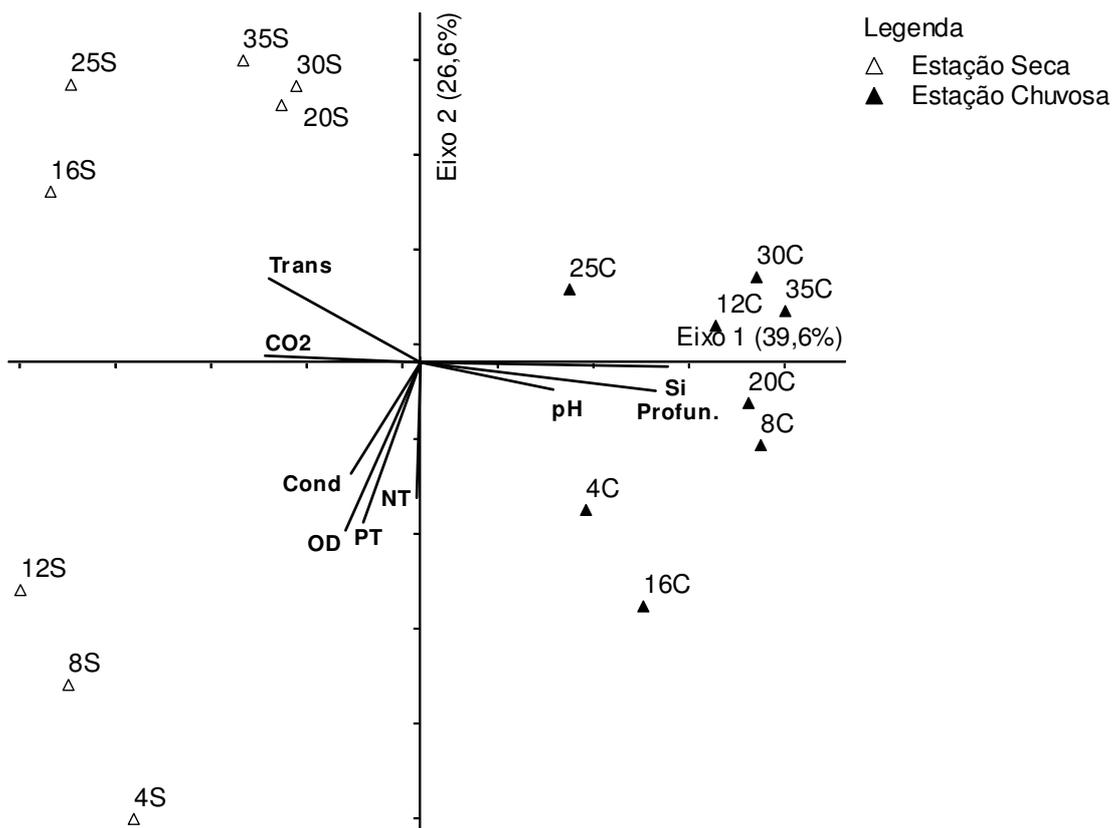


Figura 11. Biplot da ACP, com ordenação das unidades amostrais e variáveis abióticas do lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

4.2. COMUNIDADE PERIFÍTICA

4.2.1. Biomassa e densidade algal da comunidade perifítica

4.2.1.1. Clorofila-a

A Figura 12 mostra as variações das concentrações de clorofila-*a* durante o processo sucessional da comunidade perifítica no lago do Viveiro. Em média a clorofila-*a* foi maior no período de chuva ($0,02 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) em relação ao período de seca ($0,01 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$). Destaca-se que devido à baixa quantidade de material perifítico não foi possível detectar a biomassa fotossintética no 4°, 8° e 20° estágio sucessional no período de seca e no 8°, 12°, 30° e 35° no período de chuva.

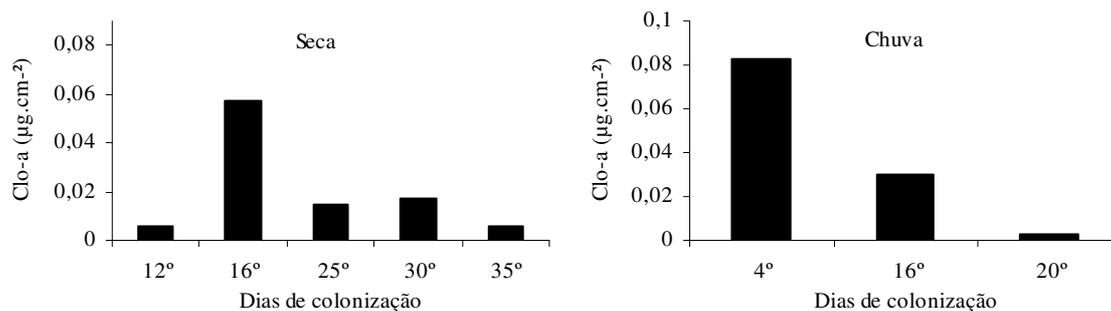


Figura 12. Variação das concentrações de clorofila-*a* no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

4.2.1.2. Massa seca, massa de cinzas e massa seca livre de cinzas

A massa seca (MS) do perifíton foi, em média, 2,7 vezes maior no período de seca do que no de chuva (Fig. 13 e Tab. 3). Em relação ao período sucessional, observou-se um aumento exponencial da massa seca em ambos os períodos climáticos. A massa de cinzas (MC) e a massa seca livre de cinzas (MSLC) também foram, em média, maiores no período de seca do que no de chuva, 3,4 e 23,6, respectivamente (Fig. 13 e Tab. 3). Em ambos os períodos, seco e chuvoso, todas as medidas de massa apresentaram um incremento exponencial, tendo pico máximo no 35° dia do estágio sucessional.

Tabela 3. Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação, da massa seca (MS), massa de cinzas (MC) e massa seca livre de cinzas (MSLC) na comunidade de algas perifíticas no lago do Viveiro, no período de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Dias de colonização	MS		MC		MSLC	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Mínimo	0,07	0,02	0,00	0,00	0,71	0,01
Máximo	1,36	0,80	0,57	0,12	7,95	0,68
Média	0,43	0,16	0,17	0,05	2,60	0,11
Desvio Padrão	0,45	0,26	0,22	0,05	2,45	0,23
C.V.	105	166	126	102	94	207

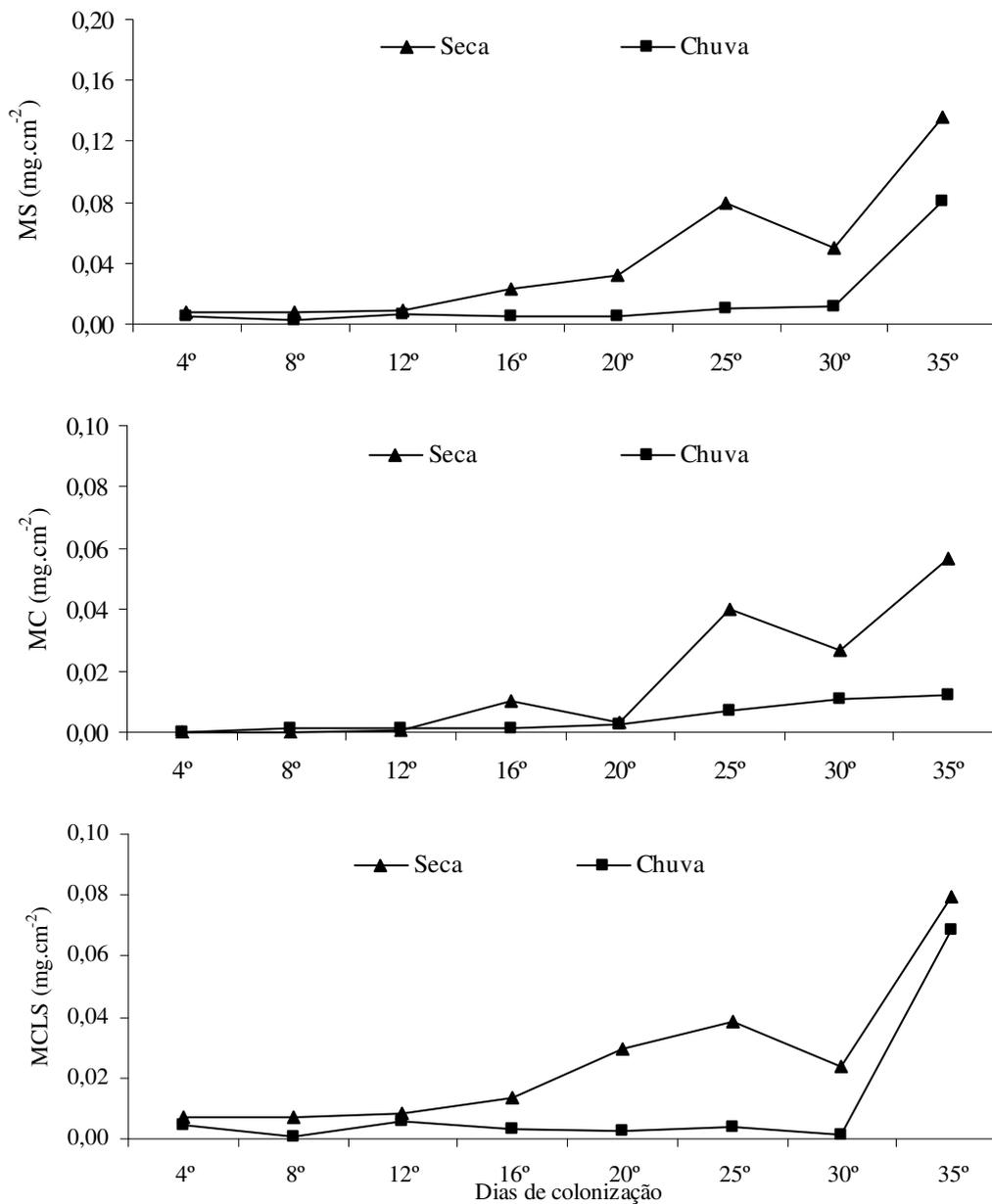


Figura 13. Variação da massa seca, massa de cinzas e massa seca livre de cinzas no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

4.2.3. Composição química da comunidade perifítica

A composição química da comunidade perifítica tem sido empregada como indicadora da disponibilidade de nutrientes para as algas, na avaliação do estado fisiológico da comunidade, além de permitir o acesso ao estado nutricional a partir da razão C:N:P (Stevenson, 1996; Biggs, 1990; 1995).

4.2.3.1. Conteúdo do fósforo do perifíton (Pp)

O conteúdo do fósforo do perifíton (Pp) nos diferentes períodos climáticos foi bem distinto, em média, 1,8 vezes maior no período de chuva do que no de seca (Fig. 14 e Tab. 4). O valor máximo de Pp foi registrado no 25º dia do estágio sucessional tanto no período de chuva quanto no de seca (Tab. 5).

4.2.3.2. Conteúdo do nitrogênio do perifíton (Np)

O conteúdo do nitrogênio do perifíton (Np) nos períodos climáticos foi bem distinto, em média, 2,3 vezes maior no período de chuva do que no período de seca (Fig.15 e Tab. 4). No período de seca o valor máximo de Np foi registrado no 20º dia do estágio sucessional, enquanto no período de chuva ocorreu no 35º dia (Tab. 5).

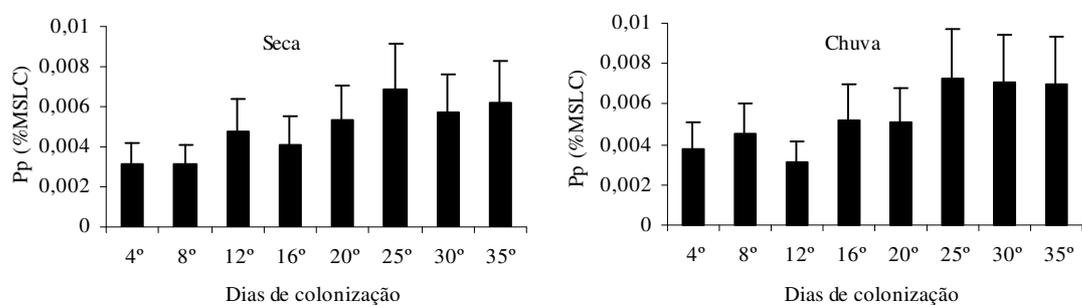


Figura 14. Variação temporal da concentração do fósforo do perifíton no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

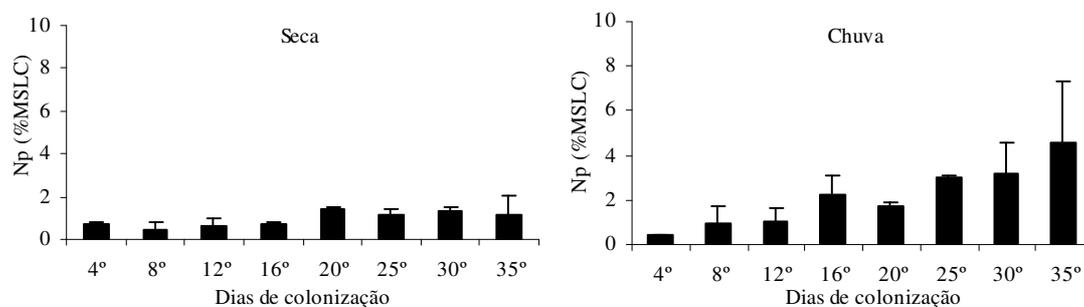


Figura 15. Variação temporal da concentração do nitrogênio do perifíton no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

4.2.3.3. Razão N:P

A maioria das predições dos nutrientes limitantes para processos fisiológicos algais usa a razão de Redfield (1958) proposta para plâncton marinho como base. Assim, desvios da razão servem como indicativos de recurso limitante, por exemplo, $N:P > 16:1$ a condição é P-limitante e $N:P < 16:1$ a condição é N-limitante.

Com base na razão molar N:P verificou-se, no presente estudo, que os valores obtidos foram levemente maiores no período de seca do que no de chuva (Fig. 16 e

Tab. 4). Portanto, a disponibilidade de nutrientes variou pouco entre os períodos climáticos.

Com base na razão molar Np:Pp verificou-se que a comunidade perifítica foi extremamente limitada por fósforo nos dois períodos estudados.

Para determinar o limiar de limitação por N e P, segundo critério de Biggs (1995), foi considerada uma comunidade madura, ou seja, com um tempo de colonização de 35 dias. Desta forma, no período de seca verificou-se que a comunidade foi co-limitada por N e P, sendo o Pp menor que 0,5% e Np menor que 5%. Ao contrário, no período de chuva a comunidade foi somente P-limitante, pois o valor percentual de N foi maior do que 5%. Portanto, a comunidade perifítica apresentou potencial de limitação algal diferente em cada período climático.

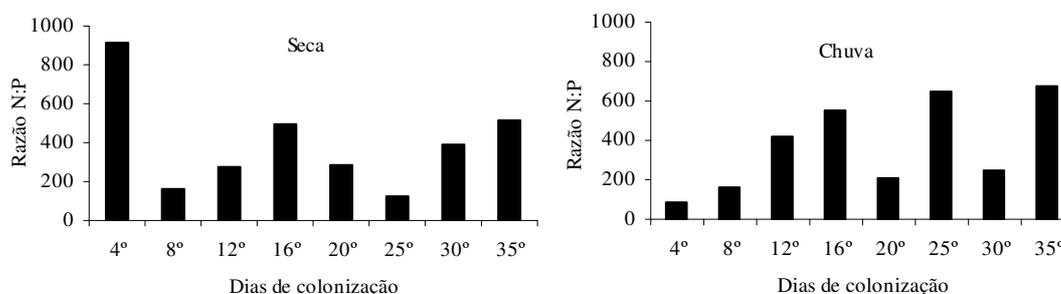


Figura 16. Variação temporal da Razão N:P na comunidade perifítica no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Tabela 4. Valores mínimo, máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação das concentrações do conteúdo de fósforo e nitrogênio celular e razão molar do conteúdo de fósforo e nitrogênio celular na comunidade de algas perifíticas do lago do Viveiro, nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Dias de colonização	%P		%N		Razão N:P	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Mínimo	0,003	0,003	0,469	0,397	125	87
Máximo	0,007	0,007	1,396	4,600	919	679
Média	0,005	0,005	0,953	2,141	396	375
Desvio Padrão	0,001	0,002	0,351	1,403	254	230
C.V.	28,08	29,38	37	66	64	61

Tabela 5. Porcentagem do conteúdo de nitrogênio e de fósforo da comunidade de algas perifíticas do lago do Viveiro, nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Tempo de colonização	%N		%P	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
4°	0,7	0,4	0,003	0,004
8°	0,5	0,9	0,003	0,004
12°	0,6	1,1	0,005	0,003
16°	0,7	2,2	0,004	0,005
20°	1,4	1,7	0,005	0,005
25°	1,2	3,0	0,007	0,007
30°	1,3	3,2	0,006	0,007
35°	1,2	4,6	0,006	0,007

4.2.4. Estrutura específica e de classes da comunidade de algas perifíticas

4.2.4.1. Composição taxonômica

A análise da composição taxonômica permitiu identificar 333 espécies de algas perifíticas, sendo 254 para o período de seca e 182 para o período de chuva (Tab. 6). As espécies distribuíram-se em 11 classes e 36 famílias que, por ordem decrescente de número de espécies, estiveram assim representadas: Zygnemaphyceae (128), Euglenophyceae (62), Cyanophyceae (40), Bacillariophyceae (40), Chlorophyceae (33), 8 da Xantophyceae (8), Dinophyceae (6), Cryptophyceae (5), Chrysophyceae (4), Chlamydomonadophyceae (4) e Oedogoniophyceae (2).

Tabela 6. Lista de táxons de algas perifíticas identificados no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Táxons	Seca	Chuva
BACILLARIOPHYCEAE		
COSCIDINACEAE		
<i>Aulacoseira</i> sp.		X
FRAGILARIACEAE		
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	X	X
<i>Synedra</i> sp.	X	
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	X	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyng.) Kützing	X	X
BACILLARIACEAE		
<i>Achnanthes lanceolata</i> Brébisson	X	
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing		X
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow	X	X
<i>Amphipleura</i> sp.		X
<i>Cymbella gracilis</i> (Ehrenberg) Kützing	X	X
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	X	X
<i>Eunotia flexuosa</i> Kützing	X	X
<i>Eunotia rabenhorstiana</i> (Grunow) Hustedt var. <i>rabenhorstiana</i>	X	

<i>Eunotia</i> sp.	X	X
<i>Eunotia triodon</i> Ehrenberg		X
<i>Eunotia zygodon</i> Ehrenberg	X	X
<i>Frustulia rhomboides</i> Ehrenberg	X	X
<i>Frustulia</i> sp.		X
<i>Gomphonema</i> sp.		X
<i>Navicula absoluta</i> Hustedt		X
<i>Navicula oblonga</i> Kützing	X	X
<i>Navicula pseudolanceolata</i> Lange-Bertalot	X	X
<i>Navicula</i> sp. 1	X	X
<i>Navicula</i> sp. 2		X
<i>Navicula</i> sp. 3		X
<i>Neidium</i> sp. 1		X
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Smith	X	
<i>Nitzschia hugarica</i> Grunow		X
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith		X
<i>Nitzschia</i> sp. 1	X	X
<i>Nitzschia</i> sp. 2		X
<i>Pinnularia</i> sp. 1		X
<i>Pinnularia</i> sp. 2		X
<i>Stauroneis</i> sp.	X	
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Van Heurck	X	
<i>Stenopterobia intermedia</i> Lewis		X
<i>Surirella robusta</i> (Grunow) Cleve	X	X
<i>Surirella minuta</i> Brébisson		X
<i>Surirella</i> sp.1	X	X
<i>Surirella</i> sp. 2		X
CHLOROPHYCEAE		
CHLOROCOCCACEAE		
<i>Characium pluricocum</i> Korsikov		X
<i>Chlorococcum oleofacien</i> Trinor & Bold	X	
DICTYOSPHAERIACEAE		
<i>Botryococcus protuberans</i> W. & G. S. West	X	
<i>Botryosphaerella sudetica</i> (Lemmermann.) Silva	X	
HELEOCHLORIDACEAE		
<i>Heleochloris mucosa</i> Fott	X	
HORMOTILACEAE		
<i>Palmodictyon viride</i> Kützing	X	X
OOCYSTACEAE		
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek.		X
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	X	
<i>Ankistrodesmus fasciculatus</i> (Lundberg) Komárková-Legnerová		X
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	X	X
<i>Closteriopsis acicularis</i> (G. M. Smith) Belch. & Swale var. <i>acicularis</i> (G. M. Smith) Belcher & Swale	X	X
<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmermann	X	X
<i>Closteriopsis longissima</i> Lemmermann var. <i>tropica</i> W. & G. S. West		X
<i>Franciaia javanica</i> (Bern.) Hortob	X	X
<i>Kirchneriella obtusa</i> (Korsikov) Komárek	X	
<i>Monoraphidium circinale</i> Nygaard	X	
<i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komárková-Legnerová var. <i>pseudosabulosum</i> Hindák		X
<i>Monoraphidium dybowskii</i> (Woloszynska) Hindák & Komárková – Legnerová var. <i>ellipticus</i> Hindák & Komárková – Legnerová		X
<i>Monoraphidium indicum</i> Hindák	X	X
<i>Monoraphidium flexuosum</i> Komárek	X	

<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	X	
<i>Monoraphidium irregulare</i> G. M. Smith	X	
<i>Monoraphidium nanum</i> Ettl	X	
RADIOCOCCACEAE		
<i>Coenocystis planctonica</i> Korsikov var. <i>planctonica</i> f. <i>planctonica</i>	X	X
<i>Coenocystis reniformis</i> Korsikov sensu Schimidt	X	
<i>Coenocystis subcilindrica</i> Korsikov	X	
SCENEDESMACEAE		
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh. var. <i>hantzschii</i>	X	
<i>Coelastrum microsporum</i> Nageli	X	
<i>Crucigeniela lunaris</i> Lemmermann	X	
<i>Scenedesmus baculiformis</i> Chodat	X	
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp) Kützing	X	
<i>Tetrallantos lagerheimii</i> Teiling	X	
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstrz & Tiff	X	
CHLAMYDOPHYCEAE		
CHLAMYDOMONADACEAE		
<i>Chlamydomonas debaryana</i> Goroschankin var. <i>micropapillata</i> Gerloff	X	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	X	X
<i>Chloromonas palmelloides</i> Mitra	X	
VOLVOACEAE		
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg		X
CRYPTOPHYCEAE		
CRYPTOMONACEAE		
<i>Chroomonas nordstedtii</i> Hansgirg	X	X
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	X	X
<i>Cryptomonas obovata</i> Skuja	X	X
<i>Cryptomonas phaseolus</i> Skuja	X	X
<i>Cryptomonas pyrenoidiphera</i> Geitler		X
CHRYSOPHYCEAE		
CHRYSOCOCCACEAE		
<i>Chrysococcus punctiformis</i> Pascher	X	X
DINOBRYACEAE		
<i>Dynobryon sertularia</i> Ehrenberg	X	X
DEREPYXIDACEAE		
<i>Rhipidodrendon huxleyi</i> Stein		X
SYNURACEAE		
<i>Synura</i> sp.	X	
<i>Synura spinosa</i> Korsikov	X	
CYANOPHYCEAE		
CHROOCOCCACEAE		
<i>Chroococcus pallidus</i> Nageli	X	X
<i>Chroococcus spaleus</i> Ercegovié	X	
MASTIGOCLADACEAE		
<i>Hapalosiphon aureus</i> W. et G. S. West	X	X
<i>Hapalosiphon flexuosus</i> Borzi		X
MERISMOPEDIACEAE		
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. et G. S. West		X
<i>Aphanocapsa koordersi</i> Strom	X	X
<i>Merismopedia convoluta</i> Brebisson var. <i>minor</i> (Wille) Tiffany-Ahlstrom	X	
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun	X	X
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	X	
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau	X	X
<i>Synechocystis</i> sp.	X	X

MICROCYSTACEAE

<i>Gleocapsa punctata</i> Nageli	X	
<i>Mycrocystis aeruginosa</i> Kützing	X	X
<i>Aphanothece microspora</i> (Meneghini) Rabenhorst	X	X

NOSTOCACEAE

<i>Anabaena solitaria</i> Klebahn	X	X
<i>Anabaena</i> sp.		X
<i>Anabaena subcylindrica</i> Borge	X	
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmermann	X	X
<i>Cylindropermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju	X	

OSCILLATORIAEAE

<i>Lyngbia bipunctata</i> Lemmermann	X	X
<i>Lyngbia borgertii</i> Lemmermann	X	
<i>Lyngbia</i> sp.	X	X
<i>Lyngbia vacuolifera</i> Skuja	X	
<i>Oscillatoria lacustris</i> (Kleb.) Geitler	X	
<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann	X	
<i>Oscillatoria grossegranulata</i> Skuja	X	X
<i>Oscillatoria plactonica</i> Woloszynska	X	X
<i>Oscillatoria</i> sp.	X	X

PHORMIDIACEAE

<i>Spirulina maxima</i> (Setch. et Gard.) Geitler	X	X
<i>Spirulina princeps</i> W. et G. S. West	X	X
<i>Tychonema rhodonema</i> (Skuja) Anagnostidis & Komárek	X	

PSEUDANABAENACEAE

<i>Pseudoanabaena limnetica</i> Komárek		X
<i>Pseudoanabaena</i> sp.		X
<i>Lymnotrix planctonica</i> Woloszynska	X	X
<i>Lymnotrix ridekei</i> Van Goor	X	X

SYNECHOCOCCACEAE

<i>Cyanodiction tropicalis</i> Pascher	X	
<i>Synechococcus elongatus</i> Nageli	X	X
<i>Synechococcus linearis</i> (Schmidle et Lauterbon) Komárek	X	X
<i>Synechococcus bigranulatus</i> Skuja	X	

HETEROTRICHACEAE

<i>Heterothrix monochloron</i> Ettl. var. <i>terrestris</i> Ettl. & Kácha	X	
---------------------------------------------------------------------------	---	--

DINOPHYCEAE**GYMNODINIACEAE**

<i>Gymnodinium aeruginosum</i> Stein	X	
<i>Gymnodinium fuscum</i> (Ehrenberg) Stein	X	X
<i>Gymnodinium obsum</i> Skiller	X	X

PERIDINIACEAE

<i>Peridinium gatunense</i> Nygaard	X	
<i>Peridinium gutwinskii</i> Woloszynska		X
<i>Peridinium wisconsinense</i> Eddy		X

EUGLENOPHYCEAE**EUGLENACEAE**

<i>Euglena acus</i> Eherenberg		X
<i>Euglena ehrenbergii</i> Klebs	X	
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda var. <i>oxyuris</i> f. <i>oxyuris</i>	X	X
<i>Euglena pisciformis</i> Klebs	X	
<i>Euglena proxima</i> Dangeard	X	
<i>Lepocinclis caudata</i> Cunha var. <i>nasuta</i> Conrad f. <i>nasuta</i>	X	X
<i>Lepocinclis ovum</i> (Eherenberg) Lemmermann	X	X

<i>Phacus curvicauda</i> Swirenko	X	X
<i>Phacus hamatus</i> Pochmann	X	X
<i>Strombomonas acuminata</i> (Schmarda) Deflandre var. <i>amphora</i> Playfair	X	
<i>Strombomonas kalotrachelos</i> Conrad	X	
<i>Strombomonas rotunda</i> (Playfair) Deflandre		X
<i>Strombomonas verrucosa</i> (Daday) Deflandre	X	X
<i>Strombomonas verrucosa</i> (Daday) Deflandre var. <i>conspers</i> (Pacher) Deflandre	X	
<i>Trachelomonas abrupta</i> Swirenko emend. Deflandre var. <i>minor</i> Swir. em. Defl.	X	
<i>Trachelomonas acuelata</i> Dolgoff	X	
<i>Trachelomonas aegyptiaca</i> Lemmermann		X
<i>Trachelomonas alisoviana</i> Skvortzov	X	X
<i>Trachelomonas angustata</i> Defl. Nach Conrad	X	
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) Stein emend. Deflandre var. <i>armata f. armata</i>	X	
<i>Trachelomonas australica</i> (Playfair) Deflandre var. <i>granulata</i> (Playfair) conb. Deflandre		X
<i>Trachelomonas cervicola</i> Stokes	X	
<i>Trachelomonas curta</i> Cunha var. <i>tubigera</i> Deflandre		X
<i>Trachelomonas flava</i> Palmer		X
<i>Trachelomonas globularis</i> (Awer) Lemmermann var. <i>punctata</i> Skv.		X
<i>Trachelomonas granulata</i> Swirenko emend Deflandre		X
<i>Trachelomonas hemisphaerica</i> Garcia-de-Emiliani	X	
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein var. <i>hispida</i>	X	X
<i>Trachelomonas intermedia</i> Dangeard	X	X
<i>Trachelomonas kelloggii</i> Skvortzov emend Deflandre	X	X
<i>Trachelomonas lacustris</i> Drezepolski var. <i>lacustris</i>	X	X
<i>Trachelomonas lacustris</i> Drezepolski var. <i>ovalis</i> Drezepolski	X	X
<i>Trachelomonas nexilis</i> Palmer		X
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann var. <i>angusta</i> Huber-Pestalozzi	X	
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann var. <i>punctata</i> Lemmermann	X	
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann var. <i>oblonga</i>	X	X
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann var. <i>australica</i> Playfair	X	
<i>Trachelomonas obovata</i> (Stokes) Deflandre var. <i>klebsiana</i> Deflandre	X	
<i>Trachelomonas perforata</i> Awerinzew, emend Deflandre var. <i>compersa</i> Messik nach Messikommer		X
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swirenko var. <i>flexicolis</i> Bacech	X	
<i>Trachelomonas pulcherrima</i> Playfair	X	
<i>Trachelomonas punctata</i> (Playfair) Conrad		X
<i>Trachelomonas pusilla</i> (Playfair) Conrad var. <i>punctata</i> Playfair		X
<i>Trachelomonas rotunda</i> Skuja	X	
<i>Trachelomonas rugulosa</i> Stein f. <i>torquata</i> Conrad		X
<i>Trachelomonas scabra</i> Payfair	X	X
<i>Trachelomonas scabra</i> Payfair var. <i>coberensis</i> Deflandre		X
<i>Trachelomonas scraba</i> Payfair var. <i>cordata</i> (Playfair) Conrad	X	
<i>Trachelomonas selecta</i> Deflandre	X	
<i>Trachelomonas silvatica</i> Swirenko		X
<i>Trachelomonas similis</i> Stokes		X
<i>Trachelomonas sparsestulosa</i> Huber-Pestalozzi	X	
<i>Trachelomonas triangularis</i> Deflandre		X
<i>Trachelomonas varians</i> Deflandre	X	
<i>Trachelomonas vermiculosa</i> Palmer	X	
<i>Trachelomonas verrucosa</i> (Stokes) var. <i>verrucosa</i>	X	X
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg var. <i>derephora</i> Conrad		X
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg var. <i>planctonica</i> Playfair	X	X
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg var. <i>volvocina</i> Ehrenberg	X	X
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko var. <i>punctata</i> Bourrelly	X	X
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko var. <i>punctata</i> (Skortzov) Bourrelly	X	X

<i>Trachelomonas woycikii</i> Kockzwarra var <i>pusilla</i> Conrad	X	
OEDOGONIOPHYCEAE		
OEDOGONIACEAE		
<i>Oedogonium</i> sp 1	X	
<i>Oedogonium</i> sp 2		X
XANTOPHYCEAE		
CENTRITRACTACEAE		
<i>Bumilleriopsis brevis</i> Printziwach	X	
<i>Centritractus belenophorus</i> Lemmermann		X
<i>Centritractus ellipsoideus</i> Starmach	X	
CHLOROPEDIAEAE		
<i>Chloropedia</i> sp.	X	
OPHYOCYTIACEAE		
<i>Ophyocitium langerheimii</i> Lemmermann		X
<i>Ophyocitium parvulum</i> A. Brawn		X
<i>Nephrوديella semilunaris</i> Pasch		X
BOTRYOCHLORIDACEAE		
<i>Raphidiella fascicularis</i> Pascher		X
ZYGNEMAPHYCEAE		
DESMIDIACEAE		
<i>Actnotaenium wollei</i> (Gronbl) Teiling	X	
<i>Arthrodesmus mucronulatus</i> Nordstedt <i>mucronulatus</i>	X	
<i>Closterium acerosum</i> (Schr.) Ehrenberg var. <i>acerosum</i>	X	
<i>Closterium aciculare</i> T. West <i>aciculare</i>	X	
<i>Closterium acutum</i> Brébisson var. <i>acutum</i>	X	X
<i>Closterium arcuatum</i> Brébisson var. <i>arcuatum</i>	X	X
<i>Closterium ceratium</i> Perty	X	X
<i>Closterium closterioides</i> (Ralfs) Louis & Peeters var. <i>closterioides</i>	X	X
<i>Closterium cornu</i> Ralfs	X	X
<i>Closterium cornu</i> Ralfs var. <i>minor</i> Irénée – Marie	X	
<i>Closterium diana</i> e Ehrenberg ex. Ralfs var. <i>arcuatum</i> (Brébisson) Rabenh.		X
<i>Closterium diana</i> e Ehrenberg	X	X
<i>Closterium diana</i> e Ehrenberg Ex. Ralfs var. <i>brevius</i> (Petk.) Krieg.		X
<i>Closterium diana</i> e Ehrenberg. Ex Ralfs var. <i>minor</i> Hieron.	X	X
<i>Closterium diana</i> e Ehrenberg. Ex. Ralfs var. <i>arcuatum</i> (Brébisson) Rabenh.	X	
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	X	X
<i>Closterium incurvum</i> Bréisson. var. <i>incurvum</i>		X
<i>Closterium kuetzingi</i> Brébisson var. <i>kuetzingi</i>	X	X
<i>Closterium lanceolatum</i> Kützing var. <i>lanceolatum</i>	X	
<i>Closterium limneticum</i> var. <i>limneticum</i> Lemmermann	X	
<i>Closterium lineatum</i> Ehrenberg ex. Ralfs	X	
<i>Closterium lunula</i> (Müll.) Nitzsch ex Ralfs var. <i>intermedium</i> Gutwinski	X	
<i>Closterium navicula</i> (Brébisson) Lutkemuller var. <i>navicula</i>	X	X
<i>Closterium nematodes</i> Josh. var. <i>nematodes</i>		X
<i>Closterium parvulum</i> Nageli	X	
<i>Closterium pusillum</i> Hantzsch var. <i>pusillum</i>	X	
<i>Closterium pygmaeum</i> Gutwinski	X	
<i>Closterium tortum</i> Griffiths	X	X
<i>Closterium tumidum</i> Johnson var. <i>tumidum</i>	X	X
<i>Closterium ulna</i> Folke	X	
<i>Cosmarium boeckii</i> var. <i>boeckii</i> Wille		X
<i>Cosmarium brebissoni</i> Meneghini	X	
<i>Cosmarium clepsydra</i> Nordstedt var. <i>bicardia</i> (Reinsch) Croasdale	X	X
<i>Cosmarium connatum</i> (Brébisson) Ralfs var. <i>connatum</i>	X	

<i>Cosmarium costatum</i> Nordstedt	X	
<i>Cosmarium denticulatum</i> Borge var. <i>ovale</i> Gronblad		X
<i>Cosmarium dichondrum</i> West & West var. <i>tumidum</i> Borge	X	X
<i>Cosmarium excavatum</i> Nordsted var. <i>excavatum</i>	X	X
<i>Cosmarium excavatum</i> Nordstedt var. <i>duplo-maius</i> Wille Kurt Först.	X	
<i>Cosmarium fontigenum</i> Nordsted var. <i>pseudofontigenum</i> (Gutw) West & West	X	
<i>Cosmarium intermedium</i> Deplonte var. <i>intermedium</i>	X	
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lund.) Roy & Besset var. <i>margaritatum</i> f. <i>minor</i> (Bolldt) West & West	X	X
<i>Cosmarium subarctoun</i> (Lagerh.) Racib.	X	X
<i>Cosmarium moniliforme</i> (Turpin) Ralfs		X
<i>Cosmarium orbiculatum</i> Ralfs var. <i>orbiculatum</i>	X	
<i>Cosmarium orbiculatum</i> Ralfs f. <i>major</i> (Ralfs) West & West		X
<i>Cosmarium pseudoconatum</i> Nordstedt var. <i>pseudoconatum</i>	X	X
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> Lund. var. <i>rotundatum</i> Krieger	X	X
<i>Cosmarium rectangulare</i> Grunov var. <i>hexagonum</i> (Elfv) West & West		X
<i>Cosmarium regnellii</i> Wille var. <i>minimum</i> (Eichleret) Gutwinski	X	
<i>Cosmarium regnesi</i> Reinsch var. <i>montanum</i> Schm.	X	
<i>Cosmarium</i> sp. 1		X
<i>Cosmarium</i> sp. 2		X
<i>Cosmarium</i> sp. 3		
<i>Cosmarium undulatum</i> Corda ex. Ralfs var. <i>undulatum</i>	X	X
<i>Desmidium baylei</i> (Ralfs) Nordstedt	X	
<i>Desmidium baylei</i> (Ralfs) Nordstedt var. <i>ovale</i> Ralfs	X	
<i>Desmidium grevillii</i> (Kützing) DeBary var. <i>grevillii</i>	X	
<i>Desmidium swartzii</i> C. Agardh ex Ralfs var. <i>amblyodon</i> (Itzigsohn) Rabenhorst	X	
<i>Euastrum denticulatum</i> (Kirch.) Gay	X	
<i>Euastrum rectangulare</i> Fritsch & Rich	X	X
<i>Euastrum validum</i> West & West var. <i>glabrum</i> Krieger f. <i>inflatum</i> Prescott	X	
<i>Groenbladia neglecta</i> Raciborski var. <i>neglecta</i>	X	
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Brébisson ex Ralfs var. <i>dissiliens</i> f. <i>dissiliens</i>	X	
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Brébisson) De Bary	X	X
<i>Pleurotaenium minutum</i> (Ralfs) Delponte var. <i>subattenuatum</i> Fester	X	
<i>Pleurotaenium minutum</i> var. <i>minutum</i> f. <i>maius</i> (Lundell) Kossinskaja	X	
<i>Spondylosium papillosum</i> West & West	X	
<i>Spondylosium planum</i> (Wolle) West & West	X	
<i>Staurastrum apiculatum</i> Brébisson		X
<i>Staurastrum brevispinum</i> Brébisson var. <i>altum</i> West & G. S. West	X	
<i>Staurastrum cingulum</i> (W. & G. S. West) G. M. Smith	X	
<i>Staurastrum curvatum</i> West & West	X	
<i>Staurastrum curvimarginatum</i> Scott & Gronblad	X	X
<i>Staurastrum disputatum</i> West & West var. <i>sinense</i> (Lutkemuller) West & West	X	
<i>Staurastrum gladiusum</i> Turner var. <i>delicatulum</i> W. & G. S. West	X	
<i>Staurastrum lunatum</i> Ralfs	X	
<i>Staurastrum margaritaceum</i> (Ehrenbeg) Ralfs var. <i>margaritaceum</i>	X	X
<i>Staurastrum minnesotense</i> Wolle var. <i>minnesotense</i>	X	X
<i>Staurastrum monticulosum</i> Brébisson	X	
<i>Staurastrum muticum</i> (Brébisson) Ralfs var. <i>muticum</i>	X	
<i>Staurastrum orbiculare</i> (Ehrenberg) Ralfs var. <i>orbiculare</i> f. <i>orbiculare</i>	X	
<i>Staurastrum quadrangulare</i> Brébisson Ex. Ralfs var. <i>quadrangulare</i>	X	
<i>Staurastrum quadrangulare</i> Brébisson var. <i>contectum</i> Brébisson ex Ralfs	X	
<i>Staurastrum radians</i> W. et G.S. West var. <i>divergens</i> Scott et Gronblad		X
<i>Staurastrum rotula</i> Nordstedt	X	
<i>Staurastrum</i> sp. 1	X	
<i>Staurastrum</i> sp. 2	X	

<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kützing) Ralfs var. <i>tetracerum</i> f. <i>trigona</i> Lund.	X	
<i>Staurastrum trifidum</i> Nordst. var. <i>inflocum</i> West & West	X	
<i>Staurastrum volans</i> West & West var. <i>fuquenense</i> Coesel	X	X
<i>Staurodesmus brevispina</i> (Brébisson) Croasdale var. <i>brevispina</i>	X	X
<i>Staurodesmus convergens</i> (Ehrenberg) Teiling var. <i>laportei</i> Teiling		X
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Brébisson) Teiling var. <i>curvatus</i> (West & West) Teiling f. <i>curvatus</i>	X	
<i>Staurodesmus dickiei</i> (Ralfs) Lill. var. <i>maximus</i> (West & west) Thom.	X	
<i>Staurodesmus dickiei</i> (Ralfs) Lill. var. <i>dickiei</i>	X	
<i>Staurodesmus lobatus</i> (Borge) Bourrely var. <i>ellipticus</i> (Fritsch & Rich) Teil. f. <i>minor</i>	X	X
<i>Staurodesmus mucronatus</i> (Ralfs) Croasdale var. <i>parallellus</i> (Nordstedt) Teiling	X	
<i>Staurodesmus pterosporus</i> (Lundell) Bourrely	X	
<i>Xantidium apiculiferum</i> West & West var. <i>apiculiferum</i> f. <i>apiculiferum</i>	X	
<i>Xantidium cristatum</i> Brébisson	X	
<i>Xantidium smithii</i> Archer	X	
<i>Xantidium smithii</i> Archer var. <i>variable</i> Nordstedt	X	
<i>Xantidium trilobum</i> Nordstedt	X	
MESOTAENIACEAE		
<i>Ancylonema nordenskoeldii</i> West & West		X
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Menegh. ex Ralfs) De Bary var. <i>brebissonii</i>	X	X
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Menegh. ex Ralfs) De Bary var. <i>jeneri</i> Ralfs		X
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Menegh. ex Ralfs) De Bary var. <i>minor</i> West & West	X	
<i>Cylindrocystis splendida</i> Taft		X
<i>Genicularia elegans</i> West & West	X	
<i>Genicularia spirotaenia</i> De Bary	X	
<i>Gonatozygon aculeatum</i> Hastings var. <i>Aculeatum</i>	X	
<i>Gonatozygon elegans</i> West & West		X
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Archer) Rabenhorst	X	X
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Archer) Rabenhorst var. <i>majus</i> Taylor	X	X
<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary var. <i>Monotaenium</i>	X	
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle	X	X
<i>Mesotaenium berggrenii</i> (Wittr) Lagerh var. <i>berggrenii</i>		X
<i>Mesotaenium kranstai</i> Lemmermann		X
<i>Netrium digitus</i> (Ehrenberg) Itzighson & Rothe var. <i>digitus</i>		X
<i>Netrium digitus</i> (Ehrenberg) Itzighson & Rothe var. <i>digitus</i> f. <i>elegans</i> Kossinkaja	X	
<i>Netrium digitus</i> (Ehrenberg) Itzighson & Rothe var. <i>naegelii</i> (Brébisson) Krieger	X	
<i>Netrium oblongum</i> (De Brary) Lütkemüller var. <i>cylindricum</i> West S. West	X	
<i>Netrium minus</i> Prescott		X
<i>Roya cambrica</i> West & West var. <i>cambrica</i>		X
<i>Roya cambrica</i> West & West var. <i>limnetica</i> West & West	X	
<i>Roya obtusa</i> (Bréb) West & West var. <i>obtusa</i>	X	X
<i>Roya pseudoclosterium</i> (Roy) West & West		X

4.2.4.2. Densidade de classes algais

A classe Cyanophyceae mostrou os maiores percentuais de contribuição tanto no período de seca quanto de chuva, enquanto que a classe Oedogoniophyceae foi a que menos contribuiu em ambos os períodos.

A densidade total de algas perifíticas variou de 15.410 ind.cm⁻² (16° dia) a 22.396 ind.cm⁻² (35° dia) durante o período de seca (Fig. 18). No período de chuva a densidade total variou de 7.150 ind.cm⁻² (1° dia) a 23.167 ind.cm⁻² (35° dia) (Fig. 17).

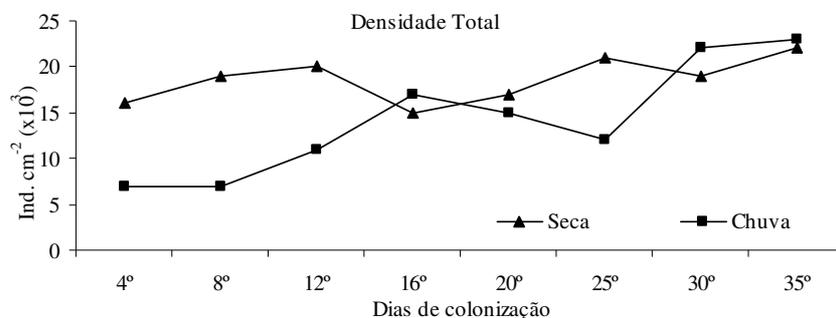


Figura 17. Variação temporal da densidade total de algas perifíticas durante o período experimental no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Quanto à densidade relativa das classes taxonômicas, Cyanophyceae foi a mais representativa em ambos os períodos, seguida por Euglenophyceae no período de seca e Bacillariophyceae no período de chuva. Em terceiro lugar aparece Zygnemaphyceae no período de seca e Euglenophyceae na cheia e em quarto lugar Bacillariophyceae no período de seca e Zygnemaphyceae no período de chuva. Oedogoniophyceae foi a classe que menos contribuiu tanto no período de seca quanto no de chuva (Fig. 18).

Considerando a variação temporal das classes algas, verificou-se que muitas algas perifíticas usam ambientes de água doce como habitat, como exemplo tem-se as Cyanophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Cryptophyceae e outras classes (Stevenson, 1996). No presente trabalho, 11 classes estiveram representadas: Cyanophyceae, Euglenophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chlamydoephyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Oedogoniophyceae. As classes foram apresentadas por ordem decrescente de representatividade na comunidade perifítica.

Cyanophyceae – No período de seca esta classe representou 54,8% da densidade total e no período de chuva 60,6%. No período de chuva foi dominante no 4°, 8°, 12° e 16° e 20° dia de colonização por conta da presença de *Synechocystis aquatilis*. No período de seca variou de 7.089 a 13.818 ind.cm⁻² no 16° e 35° dia de colonização, respectivamente. No período de chuva variou de 5.260 ind.cm⁻² a 11.763 ind.cm⁻² no 8° e 35° dia de colonização, respectivamente (Fig. 18).

Euglenophyceae – Esta classe foi abundante nos dois períodos amostrados. No período de seca representou 12,1% da densidade total e no de chuva 10,2%. No período de seca a densidade dos organismos decresceu a partir do 8º dia de colonização, variando de 3.971 ind.cm⁻² a 976 ind.cm⁻² no 8º e 35º dia de colonização, respectivamente. No período de chuva, ao contrário, variou de 452 ind.cm⁻² a 3236 ind.cm⁻² no 1º e 35º dia de colonização, respectivamente (Fig. 18).

Zygnemaphyceae - Esta classe também foi abundante nos dois períodos estudados representando 10,5% da densidade total no período de seca e 9,1% no período de chuva, respectivamente. No período de seca alcançou seu pico máximo no 25º dia de colonização com 4.418 ind.cm⁻² e o mínimo no 8º dia de colonização com 178 ind.cm⁻². No período de chuva seu pico máximo foi no 30º dia e o mínimo no 4º dia de colonização com 4418 ind.cm⁻² e 205 ind.cm⁻², respectivamente (Fig. 18).

Bacillariophyceae – Esta classe não se caracterizou como pioneira, foi uma das classes abundantes representando 15,5% e 13,7% da densidade total no período de seca e no de chuva, respectivamente. No período de seca alcançou seu pico máximo no 25º de colonização com 4.263 ind.cm⁻² e mínimo no 8º dia de colonização com 415 ind.cm⁻². No período de chuva seu pico máximo foi no 35º e o mínimo no 4º dia de colonização com 4.212 ind.cm⁻² e 205 ind.cm⁻², respectivamente (Fig. 18).

Chlorophyceae – Foi abundante nos dois períodos estudados representando 2,7% e 4,3% da densidade total no período de seca e de chuva, respectivamente. No período de seca alcançou seu pico máximo no 35º dia de colonização, com 925 ind.cm⁻² e mínimo no 20º dia de colonização, com 205 ind.cm⁻². No período de chuva seu pico máximo foi no 35º e o mínimo no 4º dia de colonização, com 1.130 ind.cm⁻² e 164 ind.cm⁻² respectivamente (Fig. 18).

Chlamydomphyceae - Foi abundante somente no período de seca representando 3,2% da densidade total e no período de chuva ela foi uma das menos representativas, tendo seu pico máximo no 16º dia e o mínimo no 35º dia de colonização, com 1438 ind.cm⁻² a 51 ind.cm⁻², respectivamente (Fig. 18).

Dinophyceae - Esta classe foi numericamente pouco representada. No período de seca foi encontrado considerável número de indivíduos e teve seu pico máximo no 30º dia de colonização no período de seca e no 35º dia no de chuva, com 1.079 ind.cm⁻² e 411 ind.cm⁻², respectivamente. (Fig. 18).

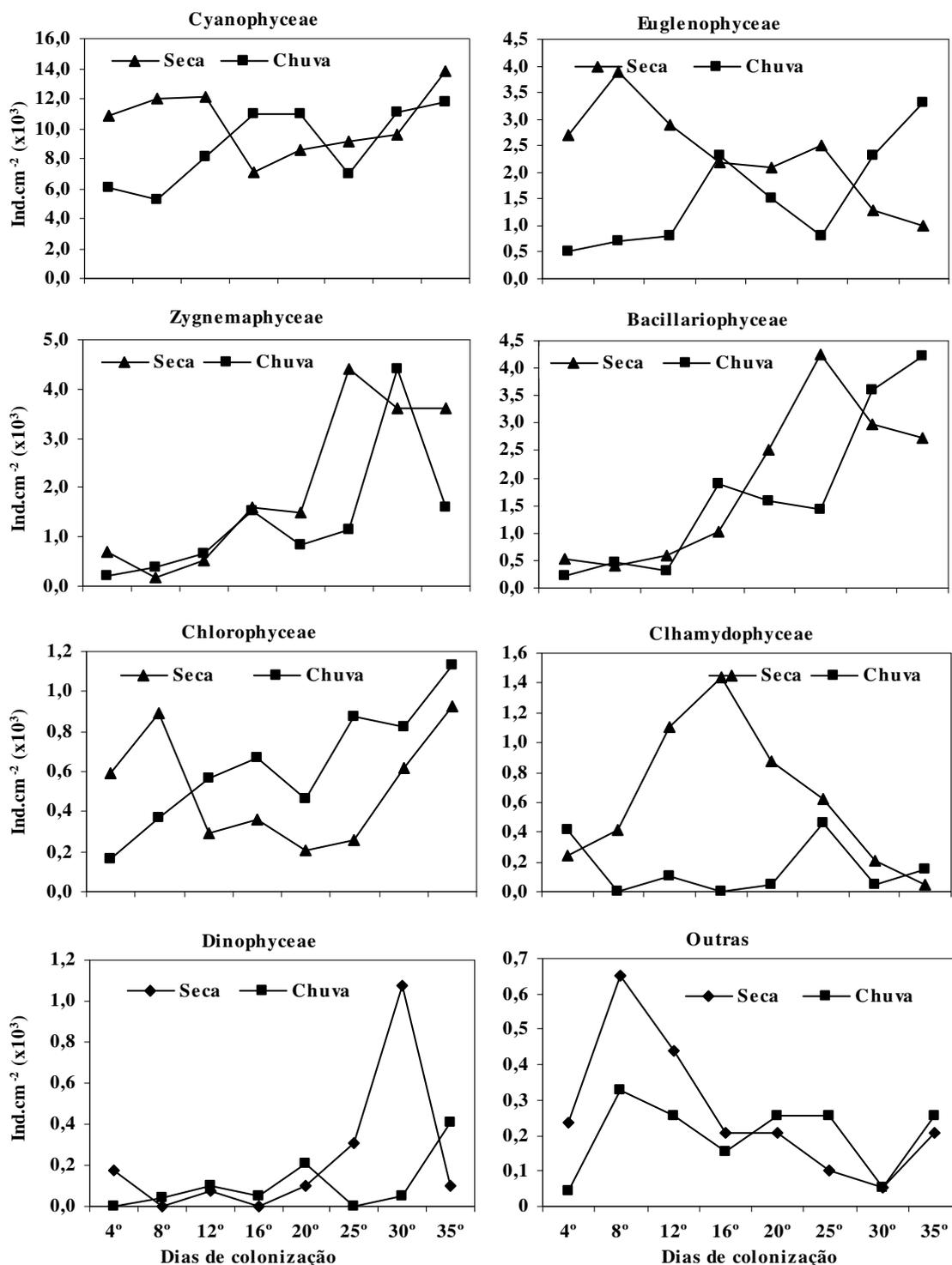


Figura 18. Variação temporal da densidade de classes de algas perifíticas (ind.cm⁻²) no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

As classes Cryptophyceae, Chrysophyceae, Xantophyceae e Oedogoniophyceae foram, numericamente, menos representadas em ambos os períodos estudados. Cryptophyceae teve seu pico máximo no 8° dia de colonização no período de seca e 35° dia no de chuva. Chrysophyceae teve seu pico máximo no 8° dia de colonização, tanto

no período de seca quanto no de chuva. Xanthophyceae teve seu pico máximo no 16º dia de colonização no período de seca e 20º dia no de chuva. Oedogoniophyceae foi encontrada no 16º, 25º e 35º de colonização e no período de seca no 30º dia do de chuva (Fig. 18).

4.2.5. Estrutura específica da comunidade de algas perifíticas

4.2.5.1. Espécies dominantes e abundantes

De acordo com os critérios de Lobo & Leighton (1986), 10 espécies foram classificadas como abundantes no período de seca: *Synechocystis aquatilis*, *Synechocystis* sp, *Synechococcus linearis* (Cyanophyceae), *Trachelomonas volvocina* var. *volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *punctata*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis* (Euglenophyceae), *Navicula pseudolanceolata*, *Eunotia flexuosa* (Bacillariophyceae), *Chroomonas nordstedtii* (Cryptophyceae) e *Chlamydomonas* sp. (Chlamydomonadales) (Fig. 19).

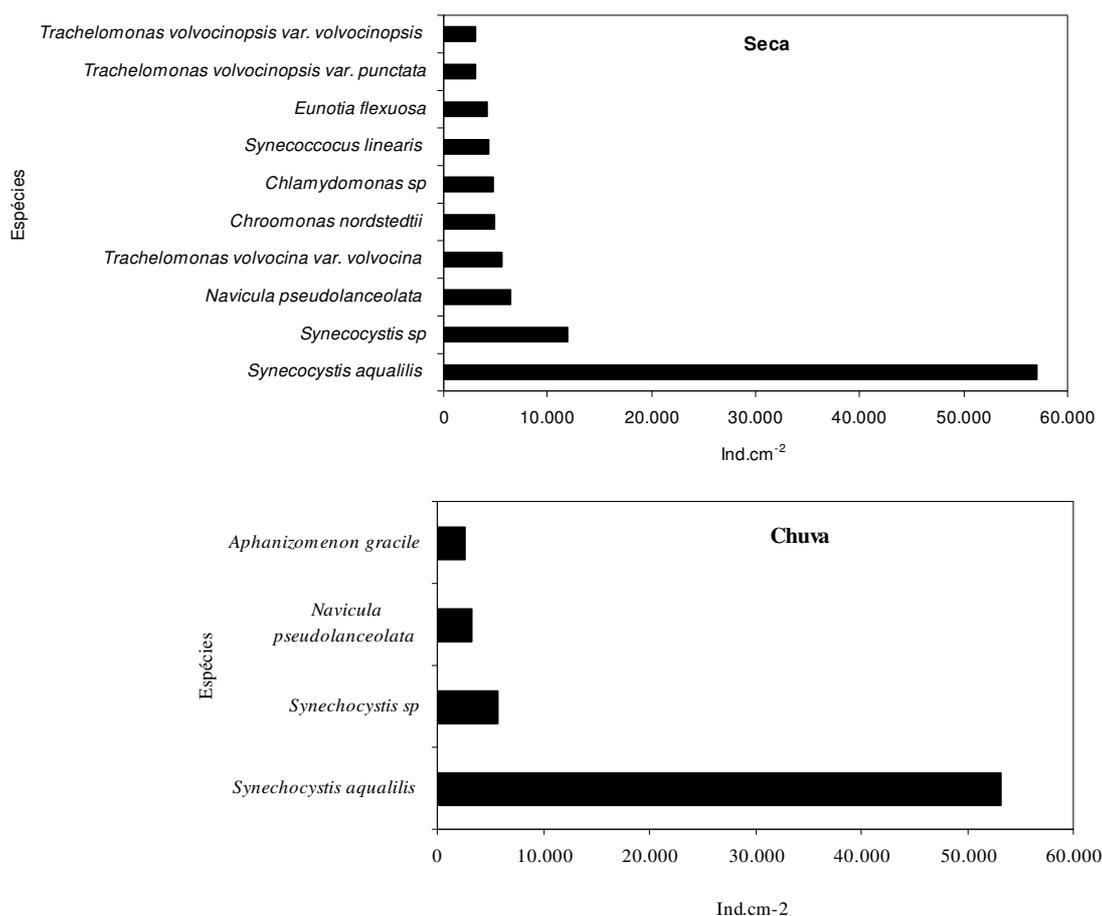


Figura 19. Contribuição das espécies mais abundantes para a comunidade de algas perifíticas no lago do Viveiro no período de seca (19/08-19/09/06) e chuva (03/02-08/03/07).

No período de chuva, quatro espécies foram classificadas como abundantes. Destas, três pertencem à classe Cyanophyceae (*Synechocystis aquatilis*, *Synechocystis* sp., *Aphanizomenon gracile*) e uma Bacillariophyceae (*Navicula pseudolanceolata*).

No período de seca as 10 espécies abundantes contribuíram com 69,3% da densidade total, enquanto que no período de chuva contribuíram com 55,2% (Fig.19)

Synechocystis aquatilis foi a única espécie dominante, porém somente nos estádios iniciais no período de chuva e variou de 63,2% (4º dia de colonização) a 33,4% (30º dia de colonização). No período de seca sua contribuição variou de 28,3% a 43,1%. Foi a espécie que apresentou maior percentual de contribuição em 100% das coletas tanto na estação seca quanto chuvosa (Fig. 20).

De modo geral, a comunidade de algas perifíticas apresentou maior número de espécies abundantes no período de seca.

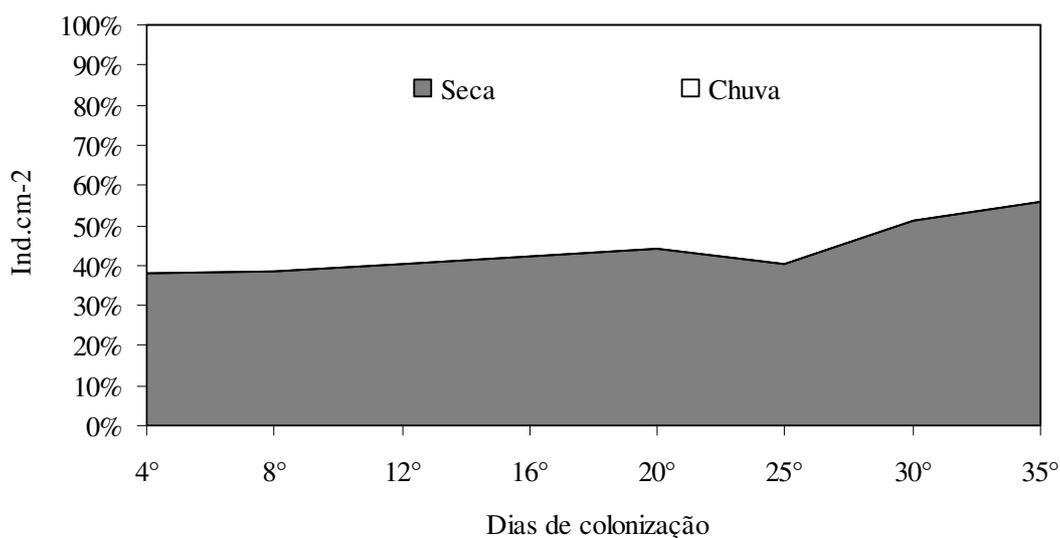


Figura 20. Percentual de contribuição da *Synechocystis aquatilis* no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08-19/09/06) e chuva (03/02-08/03/07).

4.2.6. Análise conjuntas das espécies de algas perifíticas

Com o propósito de se observar as principais tendências de variação da estrutura da comunidade de algas perifíticas, levando em conta a escala sucessional e os períodos climáticos, aplicou-se análise multivariada dos componentes principais (ACP). Foram utilizadas espécies cujas densidades foram superiores a 2% da densidade total considerando todo o processo sucessional. Estas espécies representaram 78,6% e 59,3% da densidade total da comunidade, respectivamente para os períodos de seca e de chuva.

A análise resumiu 59,8% da variabilidade total nos dois primeiros eixos da ordenação (Fig. 21 e Tab. 7). Nota-se, claramente, que o primeiro eixo representou os períodos climáticos e ordenou todas as unidades amostrais dos períodos de seca e de chuva .

No lado negativo do eixo 1 foram alocadas as unidades amostrais do período de seca, todas associadas às maiores densidades de *Trachelomonas volvocina* var. *volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *punctata*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*, *Chroomonas nordstedtii* e *Chlamydomonas* sp. e *Synechococcus linearis* ($r > 0,7$). No lado positivo do eixo 1 foram ordenadas as unidades amostrais referentes ao período chuva, associadas à alta densidade de *Aphanizomenon gracile*.

Tabela 7. Coeficientes de correlação de Pearson da densidade das espécies de algas perifíticas com os eixos 1 e 2 da ACP, no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08-19/09/06) e chuva (03/02-08/03/07).

Variáveis	Abreviações	Componentes Principais	
		r	R
		Eixo 1	Eixo 2
<i>Synechocystis aquatilis</i>	Syaq	-0,068	0,050
<i>Synechocystis</i> sp	Sysp	-0,582	-0,628
<i>Navicula pseudolanceolata</i>	Naps	-0,162	-0,042
<i>Trachelomonas volvocina</i> var. <i>volvocina</i>	Trvo	-0,893	-0,718
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	Chno	-0,748	-0,623
<i>Chlamydomonas</i> sp.	Chsp	-0,780	-0,723
<i>Synechococcus linearis</i>	Syli	-0,823	-0,717
<i>Eunotia flexuosa</i>	Eufl	-0,336	-0,415
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> var. <i>punctata</i>	Trvp	-0,721	-0,691
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> var. <i>volvocinopsis</i>	Trvs	-0,839	-0,685
<i>Aphanizomenon gracile</i>	Apgr	0,472	0,764
Explicabilidade		41,50%	18,20%

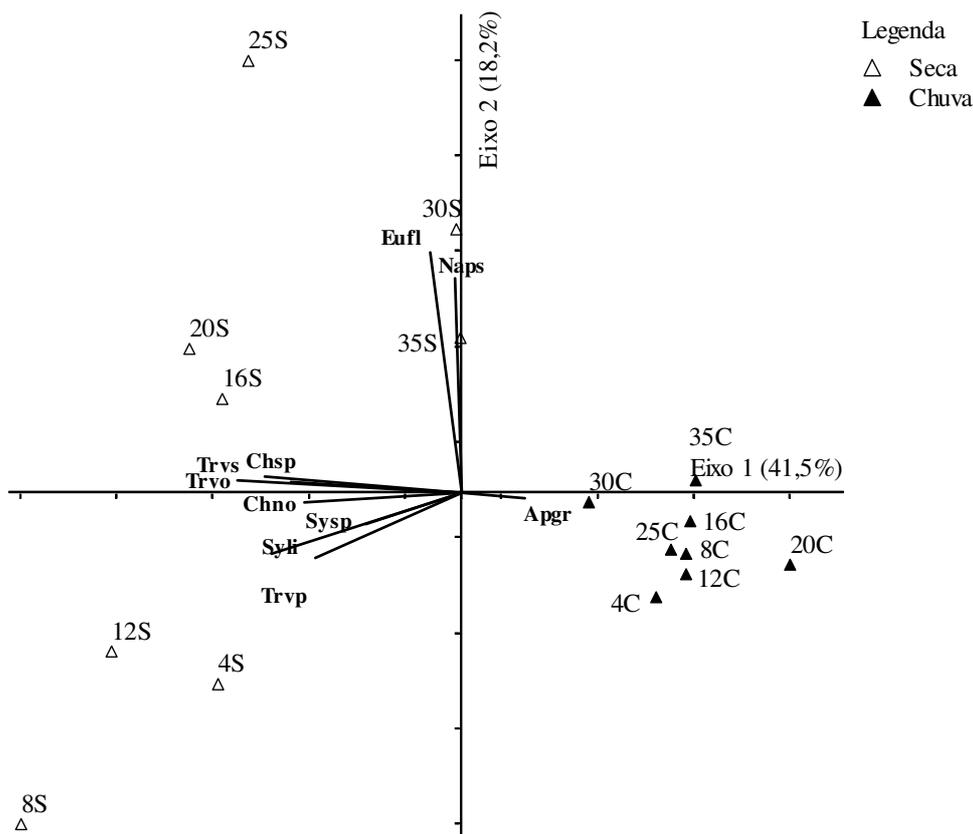


Figura 21. Biplot da ACP, com ordenação dos estádios sucessionais da comunidade de algas perifíticas do período de seca (S) e chuva (C), os números indicam a seqüência sucessional, as abreviações dos vetores conforme Tabela 3.

4.2.7. Análise conjunta das variáveis abióticas e espécies

A ordenação pela análise de correspondência canônica (ACC) das unidades amostrais referentes aos períodos de seca e chuva, foi realizada a partir de seis variáveis limnológicas (condutividade elétrica, transparência, nitrogênio total, fósforo total, sílica solúvel reativa e profundidade) e 10 espécies abundantes. Foram utilizadas as espécies cujas densidades foram superiores a 2% da densidade total no decorrer de todo processo sucessional em ambos os períodos estudados. Quatro espécies pertencentes à classe Cyanophyceae (*Synechocystis aquatilis*, *Synechococcus linearis*, *Aphanizomenon gracile*), três Euglenophyceae (*Trachelomonas volvocina* var. *volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *punctata*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis*), duas Bacillariophyceae (*Navicula pseudolanceolata*, *Eunotia flexuosa*), uma Cryptophyceae (*Chroomonas nordstedtii*) e uma Chlamydomonadeae (*Chlamydomonas* sp.).

Para testar o nível de significância dos dois primeiros eixos canônicos foi utilizado o Teste Monte Carlo (99 permutações; $p \leq 0,05$), que determina a probabilidade dos autovalores terem (ou não!) distribuição ao acaso.

O teste Monte Carlo revelou que os eixos 1 e 2 foram estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$), o que indica impossibilidade de acontecimentos ao acaso e representa, fielmente, as relações existentes entre variáveis ambientais e espécies do perifíton. Os autovalores para os eixos 1 ($\lambda = 0,445$) e 2 ($\lambda = 0,203$) explicaram, conjuntamente, 53,4% da variância dos dados biológicos. A correlação espécie-ambiente para os eixos 1 (0,988) e 2 (0,688) foi alta, indicando forte relação entre distribuição das espécies do ficoperifíton e variáveis ambientais utilizadas na ordenação (Tab. 8).

Tabela 8. Resultado da Análise de Correspondência Canônica (ACC) utilizando seis variáveis ambientais e 10 variáveis bióticas (espécies) realizada para o lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores (λ)	0,445	0,203
Porcentagem de variância explicada	36,7	16,7
Porcentagem de variância acumulada	36,7	53,4
Correlação de Pearson (espécie-ambiente)	0,902	0,905
Teste Monte-Carlo (autovalores) - p	0,02	0,04
Teste Monte-Carlo (espécies-ambiente)	0,04	0,03

A variabilidade dos dados foi explicada através do coeficiente canônico, que representa o peso da contribuição de cada variável ambiental na ordenação dos eixos e das correlações ‘intra-set’ que, segundo Ter-Braak (1986), refletem a correlação entre variáveis ambientais e ordenação dos eixos, mantendo-se, contudo, a relação de dependência espécie-ambiente (Tab. 9). Os coeficientes canônicos para o eixo 1 mostraram que a sílica solúvel reativa, a profundidade do lago e a transparência da água foram as variáveis de maior peso na ordenação.

A figura 22 mostra que no plano negativo do eixo 1 situaram-se as unidades amostrais referentes ao período de seca, que se associaram aos maiores valores de transparência da água ($r = -0,707$) e condutividade ($r = -0,887$). No plano positivo, situaram-se as unidades amostrais referentes ao período de chuva associadas aos maiores valores de profundidade ($r = 0,918$) e sílica ($r = 0,948$). A distribuição das unidades amostrais foi baseada na variabilidade temporal dos dados e mostra a influência dos eventos sazonais em sua ordenação.

Tabela 9. Coeficiente canônico e correlações ‘intra-set’ das variáveis ambientais com os eixos de ordenação para 10 variáveis biológicas do reservatório do lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Variáveis	Abreviações	Coeficiente Canônico		Coeficiente de Correlação “Intra-set”	
		Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Condutividade	CND	-0,487	0,357	-0,431	0,603
Transparência	Transp	-0,707	-0,611	-0,504	-0,524
Nitrogênio total	NT	-0,103	0,314	-0,108	0,479
Fósforo total	PT	-0,402	0,385	-0,345	0,607
Sílica solúvel reativa	Si	0,948	0,161	0,858	0,148
Profundidade	Prof.	0,918	0,587	0,776	0,444

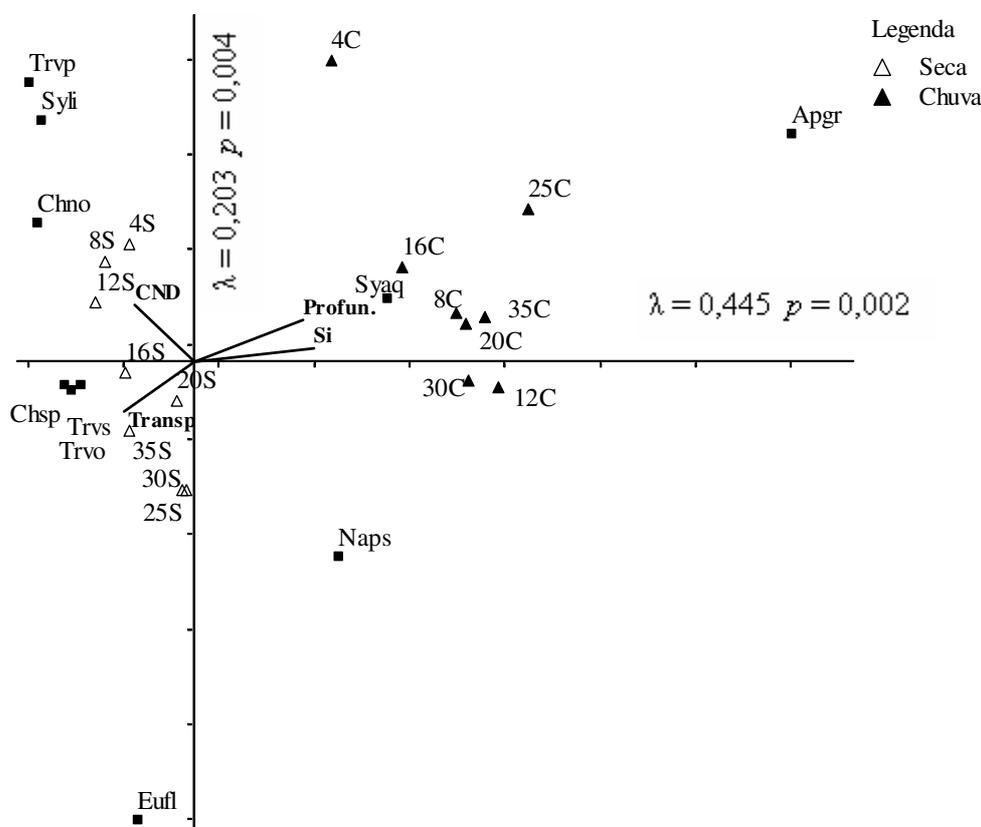


Figura 22. Ordenação pela ACC das unidades amostrais relativas ao processo de sucessão das algas perifíticas no lago do Viveiro, no período de seca (S) e chuva (C). Os números indicam os estádios sucessionais.

Quanto às variáveis biológicas verificou-se maior correlação das espécies, *Trachelomonas volvocina* var. *volvocina* ($r = -0,818$), *Chroomonas nordstedtii* ($r = -0,631$), *Chlamydomonas* sp. ($r = -0,695$), *Synechococcus linearis* ($r = -0,676$), *Trachelomonas volvocinopsis* var. *punctata* ($r = -0,571$) e *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis* ($r = -0,812$) com o eixo 1, associadas às unidade amostrais do período de seca e com as variáveis ambientais condutividade elétrica e transparência da água. *Navicula pseudolanceolata* ($r = 0,691$), *Eunotia flexuosa* ($r = -0,701$) e

Synechocystis aquatilis tiveram maior correlação com o eixo 2 associada às unidades amostrais do período chuva e com as variáveis ambientais sílica e profundidades.

4.3. FORMAS DE VIDA

Com base em suas formas de vida as algas foram classificadas em quatro categorias: coloniais, filamentosas, unicelulares flageladas e unicelulares não flageladas (Fig. 23). As assembléias de ambos os períodos foram dominadas pelos representantes unicelulares não flagelados que no período de seca variou de 59,0% a 80,9% e no de chuva de 64,3% a 89,6%. A classe Zygnemaphyceae apresentou maior número de espécies o que levou a uma dominância das algas unicelulares não flageladas. No período de seca as formas coloniais tiveram a menor representatividade, variando de 2,29% a 6,01%, seguidas pelas formas filamentosas de 2,16% a 11,4% e unicelular flagelada de 5,28% a 33,4%. Assim como no período de seca, no período de chuva as formas coloniais foram as de menor representatividade variando de 1,07% a 5,53%, filamentosas de 1,07% a 18,4% e unicelulares flageladas de 7,47% a 19,2%.

Em relação ao tempo de exposição do substrato artificial, no período seca as assembléias permaneceram constantes com o aumento das formas unicelulares não flageladas e filamentosas ao longo dos estádios sucessionais, assim como as formas unicelulares flageladas e coloniais diminuíram ao longo dos estádios. No período de chuva, observou-se no 20º dia de colonização, um aumento na porcentagem de táxons das filamentosas e conseqüentemente uma queda nas assembléias de algas unicelulares flageladas e não flageladas.

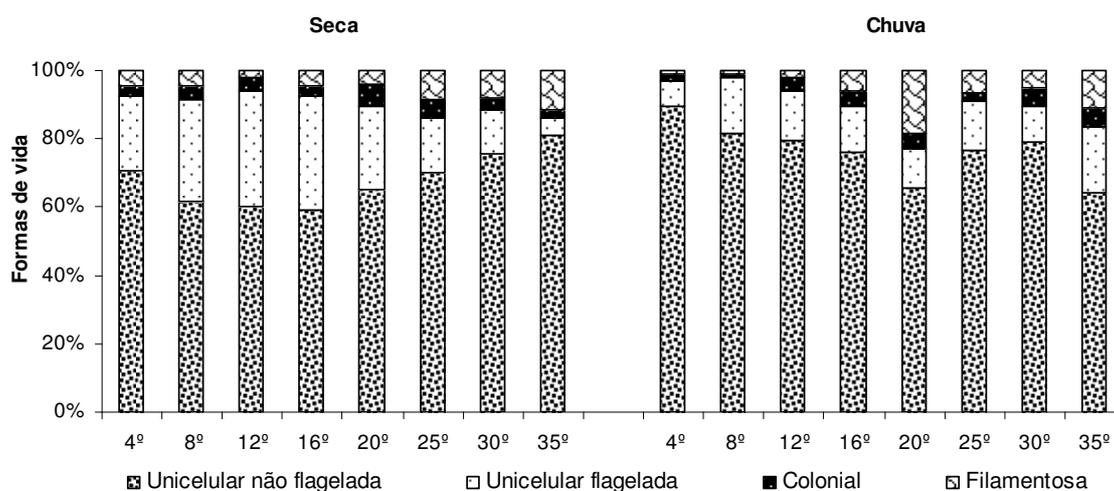


Figura 23. Categorias das assembléias de algas periféricas identificadas no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

4.4. ÍNDICES BIOLÓGICOS

A riqueza de espécies (R) da comunidade de algas perifíticas no lago do Viveiro tendeu a aumentar ao longo do processo sucessional em ambos os períodos de estudo. Durante o período de seca o valor máximo ocorreu no 25º dia de colonização e durante no período de chuva, a riqueza aumentou gradativamente até sua maturidade no 35º dia de colonização. Em média, os valores foram muito semelhantes entre os períodos, embora levemente superior na época seca (Tab. 11, Fig. 24).

A diversidade (H') mostrou-se sensível à riqueza, tanto no período de seca quanto de chuva, com altos valores nos dias que correspondem aos valores máximos de riqueza ao longo do período sucessional. A sensibilidade da diversidade em relação à equitabilidade só foi observada no período de chuva. No período de seca a variabilidade da diversidade e da equitabilidade foi muito baixa (CV=9,6% e 5,2%), respectivamente. A diversidade variou de 3,7 a 4,7 (seca) e de 2,2 a 4,9 (chuva) mostrando valores maiores no período de seca até o 20º dia de colonização (Tab. 10, Fig. 26).

A dominância (D) se manteve aproximadamente constante até o 20º dia de colonização no período de seca, e até o 16º dia no período de chuva, diminuindo gradativamente até o 35º dia de colonização. Consequentemente, a variabilidade foi baixa (CV=0,2% no período de seca e 0,3% no período de chuva). Em média a dominância foi maior durante o período de chuva (Tab. 11, Fig. 26).

Tabela 10. Valores absolutos, médios (n=8) e coeficiente de variação (CV) da riqueza (R), e dos índices de diversidade de Shannon-Wener (H'), equitabilidade (J) e dominância (D) para a comunidade de algas no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08 a 19/09/2006) e chuva (03/02 a 08/03/07).

Estádio sucessional	R		H'		J		D	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
4º	55	28	3,7	2,2	0,6	0,5	0,2	0,4
8º	46	40	3,7	2,8	0,7	0,5	0,2	0,4
12º	54	41	3,7	2,8	0,6	0,5	0,2	0,4
16º	62	70	4,0	3,7	0,7	0,6	0,2	0,3
20º	53	57	4,0	3,7	0,7	0,6	0,2	0,2
25º	85	55	4,7	4,0	0,7	0,7	0,1	0,2
30º	82	80	4,4	4,4	0,7	0,7	0,1	0,1
35º	76	103	4,0	4,9	0,6	0,7	0,2	0,1
Média	64	59	4,0	3,6	0,7	0,6	0,2	0,3
C.V.	23	41	9,6	25	5,2	16	20	44

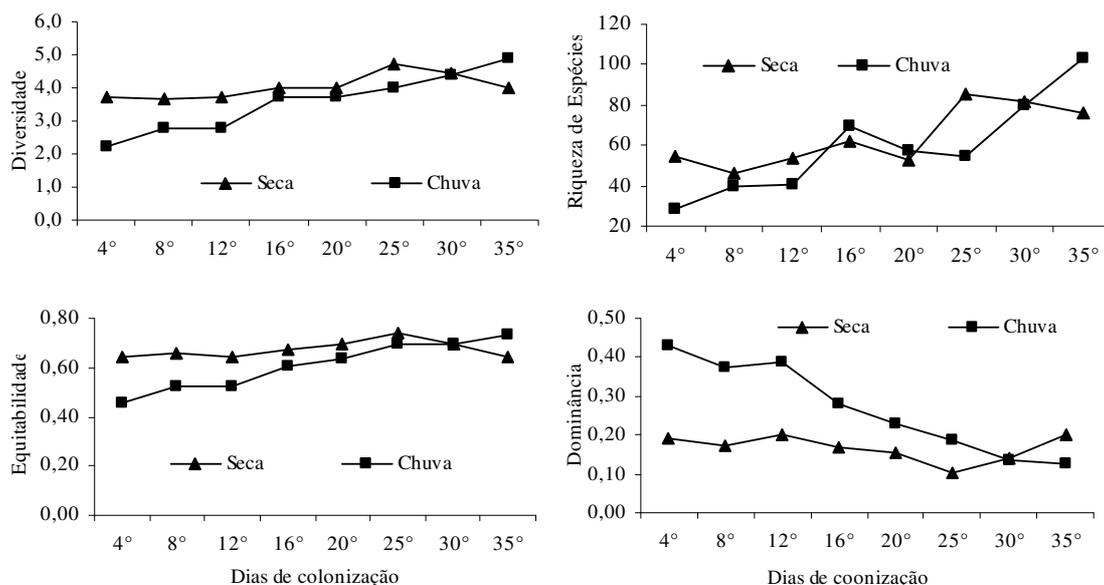


Figura 24. Variação temporal da riqueza (R) e dos índices biológicos, diversidade de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade (J) e dominância (D) da comunidade de algas perifíticas no lago do Viveiro nos períodos de seca (19/08-19/09/06) e chuva (03/02-08/03/07).

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

5.1. CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS

A transparência da água foi maior no período de seca do que no período de chuva e, comparativamente, o período chuvoso apresentou um maior aporte de material alóctone, o qual contribuiu para reduzir a transparência e aumentar a condutividade. Por conta disso, o maior número de espécies abundantes associadas com o período de seca pode estar relacionado com a maior disponibilidade de luz nesse período. A condutividade elétrica permaneceu estável durante os dois períodos analisados e apresentou pequena diferença entre os períodos climáticos, mas foi em média maior na estação chuvosa.

O pH é importante, pois pode ser um fator limitante à colonização de ecossistemas aquáticos. A grande maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 a 8 (Esteves, 1998), concordando com os valores obtidos no lago do Viveiro. No referido lago o pH mostrou nítida sazonalidade entre os períodos estudados, e seus valores situaram-se de levemente ácido no período de seca e próximo à neutralidade no período de chuva.

Os teores de nutrientes geralmente estão relacionados com o grau de poluição dos ambientes aquáticos. O fósforo, em altas concentrações, é interpretado como

indicador de ambiente eutrofizado (Wetzel & Likens, 1991; Wetzel, 1993b; Carmouze, 1994; Esteves, 1998). Nitrogênio e o fósforo são importantes componentes na formação celular dos organismos e, quando em baixas concentrações, pode ser um fator limitante para o crescimento dos organismos (Wetzel & Likens, 1991; Esteves, 1998).

De modo geral, a disponibilidade de fósforo ocorreu em concentrações muito baixas ($<10 \mu\text{g.L}^{-1}$) e tais valores caracterizam ambiente pouco produtivos, com tendência à oligotrofia (Wetzel, 1993b; Esteves, 1998). Já a disponibilidade de nitrogênio foi elevada (média $600 \mu\text{g.L}^{-1}$) e apresentou pouca diferença entre os períodos estudados.

Segundo Wetzel (1993b), a sílica é costumeiramente abundante em águas doces e é da maior importância para as Bacillariophyceae (diatomáceas) que assimilam grande quantidade de silício para a síntese de carapaças. Foi observado neste estudo as maiores concentrações de sílica no período de chuva e, acompanhando esta mudança, a comunidade apresentou-se distinta do período de seca, sendo a classe Bacillariophyceae a segunda mais representativa, enquanto no período de seca foi a terceira. De acordo com Wetzel (1993b), a disponibilidade de sílica pode exercer forte influência sobre o padrão geral de sucessão das algas e da produtividade dos lagos.

5.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA COMUNIDADE PERIFÍTICA

Os principais nutrientes que regulam o crescimento da maioria das espécies de algas são nitrogênio e fósforo (Borchardt, 1996; Francoeur et al., 1999; Huszar et al., 2005). Em ambientes oligotróficos esses nutrientes são os principais limitantes do crescimento do perifíton, mas são poucos os estudos sobre os efeitos desses nutrientes na comunidade perifítica (Taulbee et al., 2005). As concentrações disponíveis de nutrientes têm papel essencial no controle da composição e da biomassa dos produtores primários, incluindo as comunidades fitoplanctônicas e perifíticas (Huszar et al., 2005).

O fósforo (P) é o principal nutriente limitante da biomassa algal e do crescimento em muitos ecossistemas aquáticos (Schindler, 1977; Hansson, 1992). De acordo com os dados obtidos neste trabalho, a comunidade perifítica do lago do Viveiro foi limitada pelo fósforo (P). Hansson (1990) em estudos realizados em lagos de região temperada, também concluiu que o P era limitante ao crescimento das algas perifíticas. Da mesma forma Ferragut (1999, 2004) ao avaliar a resposta do perifíton em relação ao enriquecimento isolado e combinado de N e P, também identificou o fósforo como fator limitante do desenvolvimento do perifíton.

Na maioria das águas continentais, o fósforo tem sido apontado como principal responsável pela eutrofização artificial e, mais recentemente, tem sido utilizado, juntamente com a razão N:P, como um dos principais estimadores do grau de trofia destes ecossistemas (Borchardt, 1996). E, ainda, uma síntese preliminar sobre a avaliação da limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e perifíton no Brasil apontou o fósforo como o elemento mais comumente limitante (Huszar et al., 2005).

5.3. ESTRUTURA DA COMUNIDADE PERIFÍTICA

A biomassa perifítica é temporalmente variável devido à acumulação sucessiva, aos processos autogênicos de desprendimento e alogênicos, como perturbações, que reiniciam o desenvolvimento da comunidade (Stevenson, 1996). No presente trabalho observou-se o incremento de biomassa orgânica nos estágios iniciais dos períodos estudados. Durante o período de seca houve o incremento de biomassa até o 25º dia de colonização, uma queda brusca no 30º dia e logo a comunidade se recuperou alcançando seu pico máximo no 35º dia de colonização, estabelecendo, desta forma, fases distintas de desenvolvimento. Biggs (1996) e Stevenson (1996) observaram três fases de desenvolvimento, uma inicial, onde há um crescimento rápido e aumento na biomassa e produtividade; uma segunda fase quando o biofilme alcança o máximo de biomassa e produtividade e a última onde os processos são relacionados às altas taxas de exportação da comunidade que apresenta elevada complexidade e transformações internas.

Felisberto (2007) encontrou resultados parecidos como o deste trabalho, com o incremento de biomassa nos estágios iniciais do experimento e elevados teores na fase intermediária, sendo a maior biomassa encontrada no final do experimento. Junk (1997) encontrou um padrão contrário no Rio Solimões com maiores valores de biomassa no período de cheia.

No período de cheia houve o incremento de biomassa nos estágios iniciais que manteve-se estável durante todos os dias amostrados, alcançando o seu pico máximo no 35º dia de colonização. É provável que a estabilidade do crescimento de biomassa nesse período se deva à diminuição da classe Cyanophyceae e conseqüentemente ao aumento da classe Bacillariophyceae que são extremamente adaptadas a viverem em substratos e, portanto, resistem às perturbações causadas pela ação da chuva.

Moschini-Carlos et al. (1999) encontraram uma variação sazonal bem marcada e com picos coincidentes nos estágio finais, corroborando o observado nesse trabalho. De

acordo com Engle & Melack (1993) isso acontece devido aos marcantes períodos de chuva e seca que ocorrem nos ecossistemas tropicais.

As formas de vidas são responsáveis pela fisionomia da comunidade perifítica, que influenciam os aspectos estruturais e funcionais da comunidade (Stevenson, 1996). A heterogeneidade na estrutura da comunidade ficoperifítica pode ser compreendida por meio da composição de espécies em diferentes estágios de sucessão e também da análise das formas de vida, como algas unicelulares flageladas ou não flageladas, coloniais e filamentosas (Wetzel 1983).

Sob essas categorias, no presente trabalho, as assembléias de algas nas duas estações amostradas foram dominadas principalmente por desmídias, diatomáceas e cianofíceas que representaram, praticamente, todos os unicelulares não flagelados.

Foi observado no experimento o incremento de espécies nas duas estações amostradas. Segundo Felisberto (2007) esse incremento de espécies, já nos primeiros dias de colonização, possivelmente, deve-se ao pool de espécies presentes no ambiente, uma vez que sendo um hábitat ainda não colonizado, os processos de migração facilitam a colonização e sucessão de espécies, permitindo, assim, a composição não somente de espécies colonizadoras e oportunistas de diatomáceas, como também de algas verdes em geral (Chlorococcales e Desmidiiales) e Cyanophyceae.

As formas unicelulares foram mais representativas no período de chuva do que no de seca e isso se deve ao fato de ter ocorrido o aumento da classe Bacillariophyceae e a diminuição de Euglenophyceae, conseqüentemente diminuindo as formas flageladas. A classe Zygnemaphyceae, principalmente as desmídias, contribuiu com o maior número de espécies, qualitativamente, enquanto que, quantitativamente, foi a classe Cyanophyceae, na qual a espécie *Synechocystis aquatilis* foi dominante, contribuindo assim para que a forma unicelular não flagelada fosse a melhor representada. Este fato também foi constatado por Rodrigues & Bicudo (2004) e Felisberto (2007) que registraram as formas unicelulares não flageladas como predominantes na planície de inundação do alto rio Paraná.

A maturidade da comunidade ficoperifítica ocorreu na 35º dia de colonização, que corresponde ao dia de maior riqueza e diversidade de espécies, fato este corroborado por outros pesquisadores (Cattaneo et al., 1975; Lam & Lei, 1999; Rodrigues & Bicudo, 2001, Felisberto, 2007). A mudança da diversidade pode ser usada como indicadores das mudanças das comunidades algais (Stevenson, 1996).

A riqueza foi elevada no período de seca decrescendo levemente à medida que a sucessão avançou para os estádios finais. Durante o período de chuva, a riqueza apresentou leves flutuações, com tendência crescente ao longo da sucessão, chegando ao seu clímax no último dia de colonização. Vercellino (2001), ao trabalhar em dois reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, também observou um crescimento exponencial da riqueza de espécies durante a sucessão.

Neste estudo a elevada riqueza e diversidade pode ter ocorrido devido a maior disponibilidade de nutrientes, tanto no período de seca quanto de chuva, assim como o observado por Rodrigues & Bicudo (2001), que relacionaram a maior riqueza de espécies à maior disponibilidade de nutrientes, em especial o fósforo.

Felisberto (2007) encontrou, em média, valores mais elevados de riqueza de espécies na comunidade ficoperifítica do rio Corvo do que os encontrados no presente estudo. Outros trabalhos, relacionados à sazonalidade, como por exemplo Vercellino (2001) que encontrou valores mais baixos (54 e 45, seca e chuva, respectivamente) em dois reservatórios, lago do IAG e lago das Garças, SP; Ferragut (2004) trabalhando com enriquecimento artificial no lago do IAG encontrou valores inferiores aos deste estudo (aproximadamente de 18 a 60 no controle e na adição de P), tanto no controle quanto nos tratamentos com adição isolada e combinada de N e P. Portanto, observou-se que os fatores ambientais em cada habitat exercem uma influência direta no desenvolvimento, na composição e distribuição da comunidade ficoperifítica, especificamente no que diz respeito à flora algal de cada lugar como destacado por Casco & Toja (1994).

No período de seca a dominância declinou até o 25º dia de colonização e logo após começou a crescer. No período de chuva houve o declínio da dominância durante toda a colonização. Esse declínio da abundância decorreu da diminuição da *Synechocystis aquatilis*, a espécie dominante que diminuiu drasticamente ao longo da estação chuvosa. Em ambos os períodos a dominância apresentou tendências contrárias, ou seja, aumentou no período de seca e declinou no de chuva. Assim como o encontrado por Vercellino (2001), a dominância, em média, foi superior no período de chuva. (Dantas *in prep.*) encontrou para a comunidade fitoplanctônica no lago do Viveiro, valores médios de dominância mais elevados no período de chuva, diferentemente do que foi verificado para a comunidade perifítica no mesmo lago e mesma época.

A equitabilidade, no período de seca, mostrou tendência de aumento até o 30º dia de colonização, quando declinou. Esse declínio, provavelmente ocorreu devido à diminuição da espécie *Trachelomonas volvocina var. volvocina*, que foi uma espécie

abundante e que declinou drasticamente durante o período de seca. O período de chuva apresentou tendência de aumento da equitabilidade ao longo do processo sucessional, como também foi observado por Moschini-Carlos (1996).

Segundo Pompêo e Moschini-Carlos (2003), o índice de diversidade pode ser aplicado para entender melhor as relações entre espécies durante processo sucessional em substrato artificial. No presente estudo os valores da diversidade foram elevados, já que segundo Margalef (1996) a diversidade é baixa entre 1 e 2,5 e os valores encontrado no presente estudo foram, em média, 4,0 e 3,6 no período de seca e de chuva, respectivamente. Ács et al. (2007) também encontraram elevados valores de diversidade em ecossistema temperado. Na área do presente estudo Dantas (*in prep.*) observou para a comunidade fitoplanctônica do lago, diversidade média levemente mais elevada no período de seca, porém inferior aos valores presentes na comunidade ficoperifítica.

Os maiores valores de diversidade neste estudo foram detectados no 25º e 35º dia de colonização do período de seca e de chuva, respectivamente. Estes resultados concordam com Pompêo & Moschini-Carlos (2003) que afirmam que, de maneira geral, um período estimado em quatro semanas é suficiente para a comunidade atingir seu pico máximo, como foi observado no presente estudo.

Maior diversidade no 15º dia sucessional foi encontrada por Rodrigues & Bicudo (2004) e Felisberto (2007); no 20º dia de sucessão por Albay & Akcaalan (2003) e entre a 3ª e 4ª semana de sucessão, $H' = 1,5$ e $2,3$, respectivamente, por (Lam & Lei, 1999).

A composição taxonômica da comunidade de algas perifíticas representa um grupo expressivo nos componentes bióticos de ecossistemas aquáticos e devido a características peculiares oferece várias vantagens como bioindicadoras (Lowe e Pan, 1996; Stevenson, 1996). Tais características também foram observadas em determinadas classes identificadas no presente estudo como por exemplo:

Cyanophyceae – Esta classe foi dominante durante parte do período de colonização e abundante ao longo de todo do período devido a alta densidade de *Synechocystis aquatilis*. Em muitos reservatórios e lagos rasos tropicais, esta classe tem sido destacada pela elevada representatividade em relação á densidade e biomassa e também pela presença de espécies que são tóxicas (Bicudo et al., 1999; Sant`Anna et al., 1997, Henry & Nogueira, 1999; Sant`Anna & Azevedo, 2000). Cyanophyceae forma um componente freqüente na estrutura da comunidade perifítica em regiões tropicais (Moschini-Carlos, 1996, Ferragut, 1999, Ferragut et al., 2005 e Vercellino et al., 2006) e

compreende um grupo de algas extremamente oportunistas. São organismos cosmopolitas de grande importância econômica. Os aspectos benéficos e prejudiciais das cianofíceas são de considerável significância. São importantes produtoras primárias e em geral tem alto valor nutritivo para organismos heterotróficos (Huzsar *et al.*, 2000). Toleram altas temperaturas e radiação solar, sendo capazes de utilizar, de forma bastante eficaz, as formas nitrogenadas (nitrato e amônio), a estabilidade térmica do ambiente, usualmente maior nos períodos quentes e chuvosos, fundamentais para o bom desenvolvimento desses organismos (Esteves, 1998).

Em diferentes lagos podem ser usadas como indicadores de condições ambientais (Reynolds, 1997; Huszar & Caraco, 1998) e podem ser dominantes no perifíton devido a diversas circunstâncias (Allan, 1995). No presente estudo, esta classe foi dominante e abundante em ambos os períodos de estudo. Assim como no presente trabalho, Gottlieb *et al.*, (2006) e Vargas e Novelo (2007), encontraram resultado semelhante em seu trabalho no Everglades e na Reserva do Éden, respectivamente. Azim (2002, 2004) encontrou a classe Cyanophyceae como dominante e abundante em um de seus substratos. Baffico (2001) em vários meses encontrou a presente classe como dominante, corroborando, desta forma, o presente estudo.

Euglenophyceae - organismos unicelulares de vida livre, raramente podem ser palmelóides ou aderidas a um substrato (Tell & Conforti, 1986). De acordo com Vymazal (1994) essa classe não é comumente encontrada no perifíton, porém Ferragut (1999) afirma que esta tem sido comumente encontrada no hábitat perifítico de sistemas tropicais, como foi observado por outros autores, como, Chamixaes, 1991; Rodrigues 1998; Ferragut, 1999; Vercellino, 2001; Ferragut *et al.*, 2005; Arcos *et al.*, 2006; Dias-Olarte *et al.*, 2007; Felisberto, 2007.

A Euglenophyceae foi a segunda classe mais representativa no período seco e seu pico máximo ocorreu no 8º dia de colonização, a partir desse momento passou a declinar até o fim da colonização. Na no período de chuva houve o incremento da classe até o 16º dia de colonização, seguido de uma queda, em seguida a comunidade voltou a se estabelecer e alcançou a maturidade no 35º dia de colonização.

Zygnemaphyceae – Os organismos desta classe são típicos de água doce. São sensíveis às mudanças de pH e concentrações de CO₂ (Spijkerman *et al.*, 2004). Preferem habitat com pH entre ácido a neutro (Ruts, 1983), valores esses observados no lago do Viveiro, que variou em média de 6,9 (seca) a 7,1 (chuva) o que pode explicar o maior número de táxons desta classe no presente estudo. A família Desmidiaceae

engloba os principais representantes desta classe que, em geral são encontradas em ambientes oligotróficos (Coesel 1982, 1996, 2001; Brook 1981). Dentre as algas perifíticas, as desmídias constituem um grupo representativo em número de gêneros e espécies. É uma classe que ocorre no fitoplâncton, mas pode ocorrer de forma fisiologicamente ativa em muitos habitats perifíticos (Stevenson, 1996).

No período de seca, esta classe decresceu no 8º dia de colonização. É possível que este fato tenha ocorrido devido às baixas concentrações de nitrogênio. Em seguida a comunidade tendeu a crescer até o 30º dia de colonização. Zygnemaphyceae também foi encontrada no perifíton por outros autores: Rodrigues, 1998; Ferragut, 1999; Ferragut et al., 2005; Vercellino, 2001; Rodrigues & Bicudo, 2004; Felisberto & Rodrigues, 2005a,b, 2007; Felisberto, 2007, por exemplo. De acordo com Coesel (1996), raras são as desmídias verdadeiramente planctônicas, sendo que a maioria utiliza, ao menos uma vez, o substrato para a reprodução.

Bacillariophyceae – Diatomáceas são consideradas como colonizadoras rápidas e eficientes, podendo ocupar os substratos no espaço de um dia a até várias semanas, e boa parte de seus representantes apresentam estruturas especializadas de fixação ao substrato, como longos pedúnculos mucilaginosos e compõem, tipicamente, a maioria das espécies do perifíton (Biggs, 1996; Stevenson, 1996; Passy, 2002). É a classe mais estudada no perifíton e em regiões temperadas é a primeira a colonizar o perifíton (Ács & Kiss, 1993; Kralj, et al., 2006). No entanto, na região tropical, outras classes como Chlorophyceae, Zygnemaphyceae e Cyanophyceae são as pioneiras (Ferragut, 1999, 2004; Rodrigues & Bicudo, 2004; Vercellino, 2001). Bacillariophyceae foi a uma das classes mais representativas no lago do Viveiro possivelmente devido às altas concentrações de sílica, tanto no período de seca quanto no de chuva.

Chlamydomonadales - Essa classe foi encontrada nas duas estações, com considerável representatividade, na estação seca, chegando a ser abundante, devido à espécie *Chlamydomonas* sp. que apresentou alta densidade nesse período. Segundo Lembi (1980), esta classe apresenta espécies características de águas ácidas oligotróficas, como observado no lago do Viveiro que apresentou valor médio no período de seca de pH de 6,85. As maiores densidade desta classe foram observadas nos dias em que a água apresentou maiores valores de transparência. Wellnitz e Ward (1998) afirmaram que a transparência da coluna de água pode determinar, em parte, a produtividade, a composição taxonômica e a estrutura física das assembléias do perifíton.

Dinophyceae - No presente estudo ela foi uma das classes menos representada numericamente. Os dinoflagelados são usualmente fitoplanctônicos, mas podem ocorrer no perifíton de forma fisiologicamente ativa, são algas de vida livre, que habitam alternadamente o plâncton como células vegetativas móveis e os bentos como cistos de resistência imóveis (Stevenson, 1996; Pollinger, 1988). São citadas no perifíton por Rodrigues, 1998; Ferragut, 1999; Ferragut et al., 2005; Felisberto & Rodrigues, 2005b; Armitage et al., 2006. De acordo com Pollinger (1988) essa classe geralmente é associada a condições oligotróficas.

Cryptophyceae - É uma classe cosmopolita, que ocorre no fitoplâncton, mas pode ocorrer de forma fisiologicamente ativa em muitos habitats perifíticos (Stevenson, 1996; Klaveness, 1988). Foi numericamente menos representada, mas foi encontrada nos dois períodos estudados, teve seu pico máximo no 8º dia no período de seca e no período de chuva no 35º dia de colonização. É uma classe que tem sido frequentemente encontrada no perifíton em regiões tropicais (Ferragut, 1999; Vercellino, 2001; Ferragut et al., 2005; Felisberto & Rodrigues, 2005b). De acordo com Pollinger (1988) essa classe geralmente é associada a condições oligotróficas e Klaveness (1988), em ambientes com pH entre 6,5 a 7,2, valores estes detectados para o lago do Viveiro.

Chrysophyceae - É uma classe que ocorre no fitoplâncton, mas pode ocorrer de forma fisiologicamente ativa em muitos habitats perifíticos (Stevenson, 1996; Sandgren, 1988). Foi numericamente pouco representada, ao contrário de outros trabalhos realizados em regiões tropicais, como Rodrigues (1998); Ferragut (1999); Felisberto & Rodrigues 2005b. Possuem bom crescimento em ambientes de baixa a moderada produtividade, baixa disponibilidade de nutrientes, pH de neutro a levemente ácido, baixas alcalinidade e baixa condutividade (Sandgren, 1988), condições estas observadas no lago do presente estudo.

Xanthophyceae - A maioria das xantofíceas vive fixa a substratos e muitas são epifíticas de plantas vasculares (Wetzel, 1993). Foi pouco representada no presente estudo, tanto no período de seca quanto no de chuva. Tem sido frequentemente encontrada no perifíton em regiões tropicais (Moschini-Carlos, 1996; Rodrigues, 1998; Ferragut, 1999; Rodrigues & Bicudo, 2001; Felisberto & Rodrigues, 2005b). De acordo com Pollinger (1988) esta classe geralmente é associada a condições oligotróficas.

Oedogoniophyceae - Esta classe tem importante papel no processo sucessional da comunidade perifítica, já que fornece superfície adicional para a fixação de epifitas como, por exemplo, diatomáceas (Roos, 1983). É frequentemente citada no perifíton

(Chamixaes, 1991; Moschini-Carlos, 1996; Ferragut, 1999; Ferragut, et al., 2005; Felisberto & Rodrigues, 2005b) e de tal modo também foi encontrada no presente trabalho, não como dominante, como descrita por Chamixaes (1991), mas como a de menor representatividade, sendo encontrada duas espécies e que não foram freqüentes durante todos os dias de colonização.

Syneocystis aquatilis e *Synechocystis* sp., espécies da classe Cyanophyceae, são consideradas espécies cosmopolitas, de lagos oligotróficos e ocorrem no plâncton e no perifíton (Komárek & Anagnostidis, 1999; Oliva, 2001). Willén (1985) reportou que os organismos menores têm uma tendência à dominância em ambientes oligotróficos. *S. aquatilis* foi dominante no início do período de chuva e assim como *Syneocystis* sp foi abundante em ambos os períodos de estudo. *S. aquatilis* também foi observada por Fonseca & Rodrigues (2005), crescendo sobre substrato natural, na planície de inundação do alto Rio Paraná. Em um lago tropical raso, Carmouze et al. (1998), encontrou a *S. aquatilis* f. *salina* como uma das espécies dominantes no ambiente. No fitoplâncton foi encontrada por Borges (2006) no reservatório Parigot de Souza no Paraná e por Dantas (*in prep.*), no lago do Viveiro, que identificou a espécie como dominante do fitoplâncton nos períodos de seca e de chuva. Esta espécie também foi encontrada por Câmara et al. (2007), trabalhando em um ambiente oligotrófico e por Muthukumar et al. (2007), na Índia, onde as concentrações de oxigênio dissolvido e pH foram semelhantes com as encontradas no lago do Viveiro. Zhang et al. (1999, 2001a, 2001b) observaram que *S. aquatilis*, em cultura, teve o maior crescimento em temperatura elevada. No presentes estudo a maior densidade de *S. aquatilis* foi encontrada no período de seca seca, quando também foram registradas temperaturas mais elevadas.

Synechococcus linearis, espécie de Cyanophyceae foi encontrada apenas no período de seca e esteve correlacionada com a condutividade de acordo com a ACC. O gênero *Synechococcus*, é unicelular e ocorre principalmente no plâncton, metafíton e sobre pedras (Bicudo e Menezes, 2006). De acordo com Paerl (1988), *Synechococcus*, é extremamente comum em lagos oligotróficos. Todavia, Carrick & Steinman (2001) não consideram *Synechococcus* como verdadeiramente perifítico devido à sua ocorrência na coluna d'água ao longo do ano no lago Okeechobee. Mesmo padrão de distribuição na coluna d'água também foi observado no lago do Viveiro por Dantas (*in prep.*). Esta espécie foi encontrado no perifíton em regiões tropicais nos trabalhos de Branco (1991);

Sant'Ana et al. (1991); Ferragut (2004); Ferragut et al.(2005); Fonseca & Rodrigues (2005), por exemplo.

Aphanizomenon gracile, espécie de Cyanophyceae comumente forma “blooms” em ambientes eutrofizados é uma das principais cianobactérias filamentosas que compõe a comunidade perifítica (Wehr & Sheath, 2003). Foi abundante somente no período de chuva onde seu pico máximo foi no 20º dia de colonização. Foi correlacionada positivamente com a sílica solúvel reativa e as maiores concentrações de nitrogênio. Foi encontrada no fitoplâncton, por Dantas (*in prep.*), no lago do Viveiro, porém foi pouco representativa e encontrada apenas no período de chuva.

Trachelomonas volvocina var. *volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis* var. *punctata* e *Trachelomonas volvocinopsis* var. *volvocinopsis* são espécies bem conhecidas, de hábito cosmopolita, com ampla distribuição geográfica (Tell & Conforti, 1986). *T. volvocina* var. *volvocina* e *T. volvocinopsis* var. *volvocinopsis* foram abundantes no período de seca e estiveram correlacionadas com a transparência da água. Segundo Conrad (1952) são geralmente encontradas no plâncton, porém, assim como neste trabalho, foram encontradas no perifíton por outros autores (Ferragut, 2004, Ferragut, et al., 2005), Vercellino, (2001), contudo, não se destacaram na comunidade como abundantes, como no presente estudo. Estas espécies já foram referidas para o estado do Acre, por Keppeler et al. (1999a) no lago Amapá e também no lago do Viveiro por Dantas (*in prep.*). *T. volvocinopsis* var. *punctata* também foi abundante apenas no período de seca e embora não seja uma espécie comum no perifíton, esta foi encontrada no presente estudo e esteve correlacionada com a condutividade..

Navicula pseudolanceolata é uma espécie de Bacillariophyceae muito comum em ambientes continentais e marinho (Bicudo & Menezes, 2006) e, geralmente, é encontrada no perifíton (Felisberto & Rodrigues, 2005b). As diatomáceas representam o componente mais importante da comunidade perifítica em lâminas de vidro (Lam & Lei, 1999; Rodrigues & Bicudo, 2001). No presente estudo, esta espécie foi abundante nos dois períodos de estudo e esteve correlacionada com as maiores concentrações sílica solúvel reativa e a profundidade. No período de seca seu pico máximo foi no 25º dia e no de chuva foi no 30º dia de colonização.

Eunotia flexuosa, espécie de Bacillariophyceae, geralmente encontrada no plâncton e no perifíton, possui ampla distribuição geográfica (Morandi, 2002). No presente estudo esteve correlacionada com a condutividade e foi encontrada nos dois períodos, porém foi abundante apenas no período de seca. Felisberto (2007) também

encontrou esta espécie no perifíton, tanto em substrato natural quanto artificial, entretanto não foi abundante.

Chroomonas nordstedtii, espécie de Cryptophyceae, foi abundante durante o período de seca, onde apresentou o seu pico máximo no 16º dia de colonização e esteve correlacionada com a condutividade. Foi encontrada no perifíton por Vercellino & Bicudo (2006), mas não foi tão representativa. Nossos resultados contradizem a afirmação de Lewis (1978) de que em lagos tropicais, esta classe está presente quase que universalmente, mas raramente chega a apresentar altas abundâncias.

Chlamydomonas é um gênero de Chlorophyceae encontrado no plâncton e no perifíton (Bicudo, 2004) e conforme Happey-Wood (1988) são colonizadoras extremamente rápidas por seu pequeno tamanho. *Chlamydomonas* sp., foi abundante apenas no período de seca, onde apresentou seu pico máximo no 16º dia de colonização e esteve correlacionada com a transparência da água. Foi encontrada no perifíton por Ferragut (2004); Ferragut et al. (2005); Vercellino & Bicudo (2006) e Felisberto (2007).

No presente estudo foi possível concluir que o pulso hidrológico exerceu forte influência na dinâmica da comunidade perifítica associado à transparência da água, à condutividade elétrica, à sílica solúvel reativa e à profundidade do lago. As diferenças de profundidade média do ecossistema entre as estações de seca e de chuva refletiram as oscilações do pulso hidrológico. Essas oscilações foram responsáveis pelas variações na dinâmica das variáveis abióticas e, conseqüentemente na dinâmica da comunidade. Portanto, muito provavelmente, o pulso hidrológico foi o fator ambiental de maior influência nas mudanças da estrutura da comunidade durante o processo sucessional. A composição química celular do perifíton revelou uma comunidade perifítica limitada por fósforo e a comunidade caracterizou-se pela maior produção de biomassa no período seca.. Portanto, evidenciou-se que a comunidade perifítica desenvolvida no lago do Viveiro apresentou variação estrutural em escala temporal e sazonal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ács, E.; & Kiss, K.T. 1993. Colonization processes of diatoms on artificial substrates in the River Danube near Budapest (Hungary). *Hydrobiologia* 269/270:307-315.
- Ács, É., Borsodi, A. K. Kiss, É. Kiss, K. T. Szabó, K. É. Vladár, P. Várbíró, G. & Záray, G. 2007. Comparative algological and bacteriological examinations on biofilms developed on different substrata in a shallow soda lake. *Aquat. Ecol.*
- Albay, M. & Akcaalan, R. 2003. Comparative study of periphyton colonization on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. *Hydrobiologia* 506-509: 531-540.
- Allan, J. D. Stream ecology - structure and function of running water. Chapman & Hall. 388p. 1995.
- Andersen, J.M. 1976. An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. *Water Res.*, 10: 329-331.
- Archibald, P.A. & King, J.M. 1985. The algae flora of two distinct habitats along the Moa River in the State of Acre, Brazil. *Acta Amazônica*. v. 15, p. 145-151.
- Arcos-Pulido, M. P. & Pietro. A. C.G. 2006. microalgas perifíticas como indicadores del estado de las agua de um humedal urbano:Jaboque, Bogotá D. C. Colombia. *Nova - Publicacion Científica*. v. 4. no. 6. p.1-114.
- Azim, M. E., Wahab. M. A., Verdegem M. C. J. Van Dam, A. A. Van Rooij, J. M. & Malcolm C. M. 2002. The effects of artificial substrates on freshwater pond productivity and water quality and the implications for periphyton-based aquaculture. *Beveridge Aquat. Living Resour.* 15:231-241.
- Azim, M.E., Wahab, M.A., Biswas, P.K., Asaeda, T., Fujino, T. & Verdegem, M.C.J. 2004. The effect of periphyton substrate density on production in freshwater polyculture ponds. *Aquaculture* 232: 441-453
- Baffico, G. D., 2001. Variations in the periphytic community structure and dynamics of Lake Nahuel Huapi (Patagonia, Argentina) *Hydrobiologia* 455: 79-85.

- Bicudo, C. E. M. 2004. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 18: Chlorophyceae (Volvocales). Revista Brasil. Bot., V.27, n.1, p.85-102, jan.-mar.
- Bicudo, C. E. M., Ramirez, J. J. R., Tucci-Moura, A. N. & Bicudo, D. C. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambientes eutrofizados. O Lago das Garças, São Paulo. In: R. Henry (ed.) "Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais, Botucatu: FAPESP/FUNDIBIO. p. 449-508. 1999.
- Bicudo, C. E. M. & Menezes, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil, chave para identificação e descrições. 2^a ed. Rima Editora, São Carlos, SP. 502p. 2006.
- Bicudo, C. E. M. & Bicudo, R. M. T. Algas de águas continentais brasileiras: chave Ilustrada para identificação de gêneros. São Paulo: Fundação Brasileira para Desenvolvimento do Ensino de Ciências e editora do Estado de São Paulo. 1970.
- Bicudo, D. C.; Necchi-Junior, O & Chamixaes, C. B. C. B. Periphyton studies in Brazil: Presented status and perspectives. In: Tundisi, J. G.; Bicudo, C. E. M.; Matsumura-Tundisi, (org.) T. Limnology in Brazil. São Paulo: Brazilian Academy of Sciences and Brazilian Limnological. p. 37-58. 1995.
- Bicudo, D.C. 1990. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. Acta. Limnol. Brasil, 3: 459 - 475.
- Biggs, B.J.F. Periphyton communities and their environments in New Zealand rivers. New Zealand J. Mar. Freshwater Res.,v.24, p.367-386, 1990.
- Biggs, B. J. F. The contribution of flood disturbance, catchment geology and use to the habitat template of periphyton in stream ecosystems. Freshwater Biol., 33: 419-448. 1995.
- Biggs, .B. J. F. Patterns in benthic algae of streams. In: Stevenson, R.J., Bothwell, M. L., Lowe, R.L. Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems. Academic Press, USA. p.31 - 56. 1996.
- Borchardt, M. A. Nutrients. In: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L. & Lowe, R. L. Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems. Academic Press, USA. p.184 - 227. 1996.

- Borges, P. A. F. 2006. Estrutura e Dinâmica do Fitoplâncton nos Reservatórios de Segredo e Parigot de Souza (Estado do Paraná, Brasil). Universidade Estadual de Maringá. Maringá - Paraná. (Tese de Mestrado).
- Bourrelly, P.C. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues vertes. Paris: Éditions N. Boubée. v. 1, 572p. 1972.
- Bourrelly, P.C. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues jaunes et brunes; Chrysophycées, Phéophucées, Xanthophycées et Diatomées. Paris: Éditions N. Boubée. v. 2, 517p. 1981
- Bourrelly, P.C. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: les algues bleues et rouges; Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Paris: Éditions N. Boubée. v. 3, 606p. 1985
- Branco, L. H. Z. 1991. Cyanophyceae de comunidades bentônicas do manguezal da ilha do Cardoso, município de Cananéia, SP. Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho. Rio Claro. São Paulo. (Dissertação de Mestrado).
- Brown, S.-D. & Austin, A. R. 1973. Spatial and temporal variation in periphyton and physico-chemical conditions in the littoral of lake. Arch. Hydrobiol. 71: 183-232.
- Câmara, F. R. A. Lima, A. K. A. & Chellappa, N. T. 2007. Diversidade da comunidade fitoplanctônica do Canal do Pataxó, Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 21-23, jul.
- Carmouze, J. P. O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo: Ed. Edgard Blucher/Fapesp, 1994. 254p.
- Carmouze, J. P. Farias, B. Bernardes, M. C. & Kuroshima, K. N. 1998. Benthic influence on the metabolism of a shallow tropical lagoon (Lagoa da Barra, Brazil). Hydrobiologia. 373/374: 89-100.
- Carrick, H. J. & Steinman, A. D. 2001. Variation in periphyton biomass and species composition in Lake Okeechobee, Florida (USA): distribution of algal guilds along environmental gradients. Arch.Hydrobiol., 152(3): 411-438.

- Casco, M.A. & Toja, J. 1994. The distribution and interaction of algal communities in reservoir. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 40: 85-96.
- Cattaneo, A., Ghittori, S. & Vendegna, V. 1975. The development of benthonic phytocenosis on artificial substrates in the Ticiano river. *Oecologia* 19: 315-327.
- Chamixaes, C.B.C.B. 1991. Variação temporal e espacial da biomassa das algas perifíticas relacionada com as condições ambientais de pequenos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão do Lobo (Itirapina-SP). São Carlos, UFSCar. 334p. (Tese de Doutorado).
- Coesel, P.F.M. 1982. Structural characteristics and adaptations of desmid communities. *Journal of Ecology* 70:163-177.
- Coesel, P.F.M. 1996. Biogeography of desmids. *Hydrobiologia* 336:41-53.
- Coesel, P. F. M., 2001. A method for quantifying conservation value in lentic freshwater habitats using desmids as indicator organisms. *Biodiversity & Conservation* 10: 177-187.
- Dantas, N. S. 2008. Influências de variáveis abióticas na estrutura e dinâmica na comunidade fitoplânctonica em um lago artificial raso. Universidade Federal do Acre. (Tese de Mestrado).
- Engle, D. L. & Melack, J. M. 1993. Consequences of riverine flooding for seston and the periphyton of floating in an Amazon floodplain lake. *Limnol. Oceanogr.* 38:1500-20
- Esteves, F. A., Fundamentos da limnologia. (2ed.). Interciência. Rio de Janeiro. 1998.
- Felisberto, S. A. & Rodrigues, L. Influência do gradiente longitudinal (rio-barragem) na similaridade das comunidades de desmídias perifíticas. *Rev. bras. Bot.* vol.28 n°.2 São Paulo. 2005a.
- Felisberto, S. A. & Rodrigues, L. Comunidade de algas perifíticas em Reservatórios de diferentes latitudes. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (org.) *Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais*. Ed. Rima. São Carlos, 2005b.

- Felisberto, S. A. & Rodrigues L. 2007. Gênero *Closterium* (Closteriaceae) na comunidade perifítica do Reservatório de Salto do Vau, sul do Brasil. *IHERINGIA*, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 45-54.
- Felisberto, S. A. 2007. Algas perifíticas sobre substrato artificial e natural no rio Corvo (tributário do reservatório de Rosana): Composição, Abundância, Biomassa e Produtividade. Universidade Estadual de Maringá. Maringá-Paraná. (Tese Doutorado).
- Ferragut, C. 1999. Efeito do enriquecimento por N e P sobre a colonização e sucessão da comunidade de algas perifíticas: Biomanipulação em reservatório oligotrófico, São Paulo. UNESP. (Tese de Mestrado).
- Ferragut, C. 2004. Respostas das algas perifíticas e planctônicas à manipulação de nutrientes (N e P) em reservatório urbano (Lago do IAG, São Paulo). UNESP. (Tese Doutorado)
- Ferragut, C. Lopes, M. R. M. Bicudo, D. C. Bicudo, C. E. M. & Vercellino, I. S. 2005. Ficoflórula perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo). *Hoehnea* 32(2): 137-184.
- Ferreira, C. E. L. & Gonçalves, J. E. A. 2006. Community structure and diet of roving herbivorous reef fishes in the Abrolhos Archipelago, South-western Atlantic. *Journal of fish biology*. 69: 1533-1551.
- Ferreira, R. A. R.; Santos, C. M. & Henry, R. Estudo qualitativo da Comunidade Perifítica no Complexo Canos (Rio Paranapanema, SP/PR) Durante as Fases de Pré e Pós-enchimento. In: Nogueira, M. G.; Henry, R. & Jorcin, A. (org.) *Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata*. Ed Rima. São Carlos. 2005.
- Fonseca, I. A. & Rodrigues, L. Cianobactérias perifíticas em dois ambientes lênticos da planície de inundação do alto Rio Paraná, PR, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.28, n.4, p.821-834, out.-dez. 2005.

- Francoeur S. N., Biggs B. J. F., Smith R.A. & Lowe R. L. 1999. Nutrient limitation of algal biomass accrual in streams: seasonal patterns and a comparison of methods. *Journal of the North American Benthological Society*, 18, 242-260.
- Goldsborough, L. G.; Robinson, G. G. C. Pattern in wetlands. In: Stevenson, R. J.; Bothwell, M. L. & Lowe, R. L. (ed.) *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. 1996.
- Golterman, H. L. & Clymo, R. S. *Methods for chemical analysis of freshwaters*. Ed. Oxford and Edinburg, Blackwell Scientific Publications. International Biological Programmer. 166 p. 1971.
- Golterman, H. L., Clymo, R. S. & Ohmstad, M. A. M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2^a edition. Blackwell Scientific Publications. International Biological Program, Oxford, 213 p. (Handbook, 8). 1978.
- Gottlieb, A. D. Richards, J. H. & Gaiser, E. E. 2006. Comparative study of periphyton community structure in long and short-hydroperiod Everglades marshes. *Hydrobiologia* 569:195-207.
- Hameed, H. A. The colonization of periphytic diatom species on artificial substrates in the Ashar canal, Basrah, Iraq. *Limnologica*. 33, 54-61. 2003.
- Hansson, L. 1990. Quantifying the impact of periphytic algae on nutrient availability for phytoplankton. *Freshwater Biol.* 24: 265-273.
- Hansson, L. A., 1992. Factors regulating periphytic algal biomass. *Limnol. Oceanogr.* 33, 121-128.
- Happey-Wood, C. M. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: Sandgren, C. G. (ed.). *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 134-174. 1988.
- Henry, R. Nunes, M. A., Mitsuka, P. M., Lima, M. De & Casanova, S. M. 1999. "Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP)". *Rev. Brasil. Biol.*, v.70, n. 4, p.571-590.

- Hill, B. H. & Webster, J. R. 1982. Periphyton production in na Appalachian river. *Hydrologia*, 97: 275-280.
- Hill, B. H., Herlhy, A.T., Kaufmann, P. R, Stevenson, R. J., McCormick, F. H. & Johnson, C. B. 2000. Use of periphyton assemblage data as an index of biotic integrity. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 19: 50-67.
- Hoagland, K. D., Roemer, S. C. & Rosowski, J. R. 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (Bacillariophyceae). *Amer. J. Bot.* 69: 188-213.
- Huszar, V. L. M. & Caraco, N. 1998. The relationship between phytoplankton composition and physical-chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological-functional approaches in six temperate lakes. *Freshwat. Biol.* 40: 1-18.
- Huszar, V. L. M.; Bicudo, C. M.; Giani, A.; Ferragut, C. Martinelli, L. A. & Henry, R. Subsídio para a compreensão sobre a limitação de nutrientes ao crescimento do fitoplâncton e perifíton em ecossistemas continentais lênticos no Brasil. In: Roldam, F. César, D. & Marinho, M. (org.) *Lições de Limnologia*. Editora Rima, São Carlos, p. 243-260. 2005.
- Junk W. J. 1997. Structure and Function of the Large Central Amazonian River Floodplains: Synthesis and Discussion. *Ecological Studies*, v. 126 p. 455-468.
- Keppeler, E.C.; Lopes, M. R. M. & Lima, C. S. Ficoflórula do lagoa Amapá em Rio Branco - Acre, I: Euglenophyceae. *Rev. Bras. Biol.*, v. 59(4), p. 679-686, 1999a.
- Keppeler, E.C. Lopes, M. R. M. & Lima, C. S. Ficoflórula do lago Amapá em Rio Branco - Acre, II: Chlorophyta. *Rev. Bras. Biol.*, v. 59(4), p. 687-691, 1999b.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. *Cyanoprokaryota: Chroococcales*. Gustav Fischer Verlag Jena. 548p.
- Kralj, K. Plenkovi-Moraj, A.Gligora, M. Primc-Habdija, B. & Šipoš, L. 2006. Structure of periphytic community on artificial substrata: influence of depth, slide orientation and colonization time in karstic Lake Visova?ko, Croatia. *Hydrobiologia*. 560:249-258.

- Lam, P. K. S. & Lei, A. 1999. Colonization of periphytic algae on artificial substrates in a tropical stream. *Diatom Research* 14(2): 307-322.
- Lamberti, G. A. The role of benthic algae in freshwater ecosystems. In: Stevenson, R. J.; Bothwell, M. L.; Lowe, R. L. (ed.) *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystem*. 1996.
- Lembi, C. A. Unicellular chlorophytes. IN: Coox, E. R. (ed.) *Phytoflagellates*. Amsterdam: Elsevier-North Holland. p. 5-59. 1980.
- Lewis, W. M. 1978. Analysis of succession in a tropical phytoplankton community and a new measure of succession rate. *American Naturalist*, v.112, p.401-414.
- Liboriussen, L.; Jeppesen, E.; Bamm, M. E. & Lassen, M. E. 2005. Periphyton-macroinvertebrate interaction in light and fish manipulated enclosures in a clear and turbid shallowlake. *Aquatic ecology*. 39: 23-29.
- Lloyd, M. & Ghelardi, R. J. 1964. A table for calculating the equitability component of species diversity. *J. An. Ecol.*, v. 33 p. 217-225,
- Lobo, L. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina*. Valparaíso, v. 22, n. 1, p. 1-29, jul.
- Lowe, R. L. Periphyton patterns in lakes. In: Stevenson, R. J.; Bothwell, M. L.; Lowe, R. L. (ed.) *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystem*. 1996.
- Lowe, R. L. & Pan, Y Benthic algal communities as biological monitors. In: Stevenson, R. J.; Bothwell, M. L.; Lowe, R. L. (ed.) *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. 1996.
- Margalef, R. *Ecología*. 8° ed. Ediciones Omega, Barcelona. 951p. 1996.
- Marker, A. F. H., Nusch, H., Rai, H. & Riemann, B. 1980. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conclusion and recommendations. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 14: 91-106.

- McCormick, P. V. & Stevenson, R. J. 1998. Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida Everglades. *J. Phycol.* 34: 726-733.
- Morandi, L. L. Eunotiales (Bacillariophyceae) de águas continentais do Estado de São Paulo: Levantamento florístico. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. São Paulo. (Dissertação). 2002.
- Moschini-Carlos, V. 1996. Dinâmica da estrutura da comunidade perifítica (substrato artificial e natural), na zona de desembocadura do Rio Paranapanema, Represa de Jurumirim, São Paulo. Universidade Federal de São Carlos (Tese Doutorado).
- Moschini-Carlos, V. Importância, estrutura e dinâmica da comunidade perifítica nos ecossistemas acuáticos continentais. In: Pompêo, M. L. M. (org.) *Pespectivas da limnologia no Brasil*. Editora União. São Luís. 1999.
- Muthukumar, C. Muralitharan, G. Vijayakumar, R. Panneerselvam, A. & Thajuddin, N. 2007. Cyanobacterial biodiversity from different freshwater ponds of Thanjavur, Tamilnadu (India). *Acta Botanica Malacitana* 32. 1-9.
- Oliva, M. A. G.; Lugo, A.; Alcocer, J.; Peralta, L; & Sánchez M. A. R. 2001. Phytoplankton dynamics in a deep, tropical, hyposaline lake. *Hydrobiologia* 466: 299-306,
- Paerl, H. W. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (Cyanobacteria). In: C.G. Sandgren (ed.). *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 134-174. 1988.
- Panitz, C. M. N. 1980. Estudo comparativo de perifíton em diferentes substratos artificiais na - Represa do Lobo ("Broa"), São Carlos, SP. São Paulo. Universidade Federal de São Carlos (Tese de Mestrado).
- Passy, S. I. 2002. Environmental randomness underlies morphological complexity of colonial diatoms. *Functional Ecology*. 16: 690-695.
- Passy, S. I., Pan, Y.; Lowe R. L. 1999. Ecology of the major periphytic diatom communities from the Mesta River, Bulgaria. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 84: 129-174.

- Peters, L.; Hillebrand, H.; Traunspurger, W. 2007. Spatial variation of grazer effects on epilithic meiofauna and algae. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 26 (1): 78-91.
- Pompêo, M. L. M.; Moschini-Carlos, V. *Macrófitas aquáticas e perifíton, aspectos ecológicos e metodológicos.* Rima Editora, São Carlos, SP. 124p. 2003.
- Putz, R. 1997. Periphyton communities in Amazonian black and whitewater habitats: community structure, biomass and productivity. *Aquat. Sci.* 50: 74-93.
- Putz, R. & Junk W. J. 1997. Phycoplankton and Periphyton. *Ecological Studies*, v. 126 p. 207-222.
- Redfield, A. C. 1958. The biological control of the chemical factors in the environment. *Am. Sci.* 46:205-221.
- Reynolds, C. S. 1997. *Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory.* Ecology Institute, Germany: 371 pp.
- Rodrigues, L. 1998. *Sucessão do perifíton na planície de inundação do alto Rio Paraná: Interação entre nível hidrológico e regime hidrodinâmico.* Universidade Federal de Maringá. (Tese de Doutorado).
- Rodrigues, L. & Bicudo, D. C. 2004. Periphytic Algae. In *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation.* Thomaz, S. M.; Agostinho A. A. & Hahn, N.S. eds.). Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers, pp. 125-143.
- Rodrigues, L. & Bicudo, D.C. 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 235-248.
- Rodrigues, L.; Bicudo, D. C. & Moschini-Carlos, V. 2003. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. (org.) *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas.* Editora da Universidade Federal de Maringá.

- Rodrigues, L. & Bicudo, D. C. 2004. The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology, ecology and conservation. In: Thomaz S. M., Agostinho A. A. & Hahn N. S. (org.) *Periphytic algae*. Kluwer, Backhuys Publishers, Leiden, p.125-143.
- Rodrigues, L.; Fonseca, I. A.; Leandrini, J. A.; Felisberto, S. A. & Silva, E. L. V. 2005. Distribuição Espacial da Biomassa Perifítica em Reservatórios e Relação com o tipo de substrato. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A. & Gomes, L. C. (org.) *Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais*. Ed. Rima. São Carlos,
- Ros, J. *Prácticas de Ecología*. Ed. Omega, Barcelona, 181 p. 1979.
- Ruts, M. 1983. Desmids as biological indicators of water quality in two natural reserves of Campine (Belgium). *Biol. Jb. Dodonaea*, 51:243-253.
- Sand-Jensen, K. Physical and chemical parameters regulating growth of periphytic communities. In: Wetzel R. G. (ed.) *Periphyton of freshwater ecosystem*. The Hague. Dr. W. Junk Publishers, p. 63-71. 1983.
- Sant`Anna, C. L. & Azevedo, M. T. de P. 2000. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanonateria from Brazil. *Nova Hedwigia*, 71: 359-385.
- Sant`Anna, C. L., Sormus, L. Tucci, A. & Azevedo, M. T. de P. 1997. Variação sazonal do fitoplâncton do lado das Garças, São Paulo, SP. *Hoenea*, 24: 67-86.
- Sant`Anna, C. L.; Silva, S. M. F. & Branco, L. H. Z. 1991. Cyanophyceae da Gruta-Que-Chora, município de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Hoehnea*. 18(2):75-97.
- Schindler, D.W., 1977. Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Science* 195, 260-262.
- Schwarzbold, A., Esteves, F.A. & Panosso, R.F. 1990. Relações entre peso seco e clorofila a do perifíton em função de diferentes idades e épocas de coletas de pecíolos de *Eichhornia azurea* Kunth. *Acta. Limnol. Brasil.*, 3: 493-515.
- Shannon, C. E. & Wiener, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana: Illinois University Press. 1963.
- Simpson, E. H. Measurement of diversity. *Nature*, v. 163, p. 688, 1949.

- Sládecková, A. 1962. Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community. *Bot. Rev.* v.28, n.2. p. 286-350.
- Sládecková, A. 1991. The role of periphyton in water supply. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*; 24:2174-2178.
- Soares, J. J. 1981. Estudos sobre biomassa e produtividade do perifíton em macrófitas aquáticas na Represa do Lobo ("Broa"), SP. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 223p. (Tese de Doutorado).
- Sommer, U. 2000. Benthic micrialgal diversity enhacen by spatial heterogenity of grazing. *Oecologia.* 122: 284-287.
- Souza, M.; Silveira, M.; Lopes, M. R. M.; Vieira, L. J. S.; Guilherme, E.; Calouro, A. & Morato, E. 2003. A Biodiversidade no Estado do Acre: Conhecimento atual; conservação e perspectivas. *T & C Amazônia*, Ano I, nº3.
- Spijkerman, E., E. Garcia-Mendoza, H. C. P. Matthijs, E. Van Hunnik & P. F. M. Coesel, 2004. Negative effects of P-buffering and pH on photosynthetic activity of planktonic desmid species. *Photosynthetica* 42: 49-57.
- Stevenson, R.J. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habits In: Stevenson, R. J., Bothwell, M.L. & Lowe, R.L. (ed.) *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems.* Academic Press, San Diego, p. 3-30. 1996.
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R. 1960. A manual of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* nº.125.
- Taniguchi G. M.; Bicudo, D. C. & Senna, P. A.C. 2005. Gradiente litorâneo-limnético do fitoplâncton e ficoperifíton em uma lagoa da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu. *Revista Brasil. Bot.*, V.28, n.1, p.137-147.
- Taulbee W. K., Cooper S. D. & Melack J. M. 2005. Effects of nutrient enrichment on algal biomass across a natural light gradient. *Archiv für Hydrobiologie*, 164, 449-464.

- Tell, G & Conforti, V. Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. J. Cramer. Berlin-Stuttgart. 501p. 1986.
- Tundisi, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: Henry, R. (ed.) Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO; São Paulo: FAPESP, cap. 1, p. 19-38. 1999.
- Uherkovich, G. & Franken, M. 1980. Aufwuchsalgen aus zentralamazonischen Regenwaldbächen. Amazoniana. 7 (1) 49-70.
- Umbreit, W. W., Burris, R. H. & Stauffer, J. F. Manometric methods applicable to the study of tissue metabolism. Ed. Burgess Publishing Company. p.208-209. 1964.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitative phytoplankton: methodik. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol., 9: 1-38.
- Valderrama, G. C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. Mar. Chem., 10: 109-112.
- Vargas, R. & Novelo, E. 2007. Seasonal changes in periphyton nitrogen fixation in a protected tropical wetland. Biol. Fertil. Soils 43:367-372.
- Vercellino, I. S. 2001. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do Parque estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo: influência do estado trófico e período climatológico. UNESP. (Tese de Mestrado)
- Vercellino, I. S.; Bicudo, D. C. 2006. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. Revista Brasil. Bot., V.29, n.3, p. 363-377.
- Vymazal, J., Craft, C. B & Richardson, C. J. 1994. Periphyton response to nitrogen and phosphorus additions in Florida Everglades. Algological Studies, v.73, p.75-97.
- Wehr, J. D. & Sheath, R. G. Freshwater algae of North America, ecology and classification. Academic Press. California. USA. p.117-196. 2003.

- Wellnitz, T. A. & Ward, J. V. Does light intensity modify the effect mayfly grazers have on periphyton Freshw. Biol. Oxford. v.39. p. 135-149. 1998.
- Wetzel, R. G. Primary production. In: Whittton, B.A. (ED.). River Ecology - 2, p.230-247. 1975.
- Wetzel, R. G. Periphyton of freshwater ecosystems developments. The Hague. Dr. W. Junk publishers. 364p. (Hydrobiology, 17). 1983.
- Wetzel, R. G. 1990. Land-Water interfaces: metabolic and limnological regulator S. Verh. Int. Ver. Limnol. v. 24, p. 6-24.
- Wetzel, R. G. Microcommunities and microgradients: linking nutrient regeneration, microbial mutualism, and high sustained aquatic primary production. Netherland Journal of Aquatic Ecology, 27(1): 3-9. 1993a.
- Wetzel, R. G. "Limnologia". Lisboa; Fundação Calouste Gulbenkian, 919p. 1993b.
- Wetzel, R. G. & Likens, G.E. Limnological Analyses. New York: Springer Verlag, 331p. 1991.
- Willén, E. Planktonic diatoms - an ecological review. Algological Studies, v.62, p.69-106, 1991.
- Zhang, K., Kurano, N. & Miyachi, S. 1999. Outdoor culture of a cyanobacterium with a vertical at-plate photobioreactor: effects on productivity of the reactor orientation, distance setting between the plates, and culture temperature. Appl. Microbiol. Biotechnol. 52: 781-786.
- Zhang, K.; Miyachi, S. & Kurano, N. 2001a. Evaluation of a vertical flat-plate photobioreactor for outdoor biomass production and carbon dioxide bio-fixation: effects of reactor dimensions, irradiation and cell concentration on the biomass productivity and irradiation utilization efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 55:428-433.
- Zhang, K. Miyachi, S. & Kurano, N. 2001b. Photosynthetic performance of a cyanobacterium in a vertical flat-plate photobioreactor for outdoor microalgal production and fixation of CO₂. Biotechnology Letters 23: 21-26.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)