

**CLETO KAVESKI PERES**

**MACROALGAS DE AMBIENTES LÓTICOS DA SERRA DA PRATA, LESTE  
DO ESTADO DO PARANÁ:  
FLORA, DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL E DINÂMICA TEMPORAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de Mestre em Botânica,  
Setor de Ciências Biológicas, Universidade  
Federal do Paraná.

Orientador:

Prof. Dr. Ciro Cesar Zanini Branco

Co-orientadora:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thelma A. Veiga Ludwig

**CURITIBA**

**2007**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por ter me dado coragem para continuar sempre.

Ao Prof. Dr. Ciro C. Zanini Branco, por ter me acolhido incondicionalmente, por ter sido um exemplo de orientador, pela sua dedicação e atenção, e principalmente pela sua amizade sincera.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Thelma A. Veiga Ludwig, pela co-orientação e suporte na UFPR, e pelos ensinamentos diatomológicos.

Aos meus pais Euclínir e Lidia, por terem me apoiado sempre, em todas as minhas decisões, mesmo sem entender o porquê de pesquisar “limos”.

Aos meus irmãos Cleber e Clérito, à minha cunhada Ana Carla e à minha sobrinha Heloíse pelo apoio incondicional.

Aos meus amigos de Guarapuava: André (Alemão), Capote, Cristiano, Dener, Durinézio, Elio (He-Man), Helmel (Compadre), Jair (Xampú), Luciano (Kaxaço), Marcos (Gordo) e Ricardo (C.B.).

À melhor turma de mestrado da UFPR: Eloési e Júlio César das diatomáceas, Elton das pteridófitas, Larissa das asteráceas, Leonardo das combretáceas, Levi da grevílea, Maria Olinda do timbó e, Mireille das lauráceas.

Aos amigos que contribuíram muito com o meu aprendizado botânico nas saídas a campo (e demais programas de índio): Pedro Schwartsburd, Elton Assis, Leonardo von Linsingen e Luciano Wolff.

Aos professores do Departamento de Botânica da UFPR (e de outros departamentos) que contribuíram com a minha formação: Dr. Hermes Moreira-Filho, Dr. Maurício Moura, Dr. Paulo Labiak, Dr. Renato Goldenberg, Dr. Tarciso Filgueiras e Dr. Willian A. Rodrigues.

Ao amigo Rogério A. Krupek, por ter me incentivado a entrar nessa área, pela ajuda nos trabalhos de campo e pela parceria.

Ao Dr. Pitágoras Bispo, pelas valiosas contribuições e ensinamentos, pela amizade e pelos momentos de descontração.

Aos amigos do LABIA (Laboratório de Biologia Aquática da UNESP), em especial a: Emed, Gustavo, Hirata e Igor.

À gerência do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange; Carolina, Luiz e Wagner; por terem incentivado a pesquisa na área de estudo e por terem cedido as suas instalações sem restrições.

Aos pesquisadores; Dr<sup>a</sup> Izabel Dias, Dr. Luis Henrique Zanini Branco e Dr. Orlando Necchi Júnior; pelas confirmações das identificações e também ao último pelas valiosas sugestões na banca examinadora.

À CAPES, pela bolsa concedida no segundo ano de curso.

À Priscila I. Tremarin, pela ajuda com as diatomáceas, pelo incentivo e pelos bons momentos de convivência.

*“Não quero ser o grande rio caudaloso que  
figura nos mapas, quero ser o cristalino fio  
d`agua que murmura e canta na mata  
silenciosa”*

(Helena Kolody)

## SUMÁRIO

|                                                                                                                              |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>LISTA DE TABELAS .....</b>                                                                                                | <b>vi</b>   |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                                                                                                | <b>vii</b>  |
| <b>RESUMO .....</b>                                                                                                          | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                                                        | <b>ix</b>   |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                    | <b>01</b>   |
| <b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                                                                            | <b>10</b>   |
| 2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS.....                                                                                        | 10          |
| 2.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM.....                                                                                                | 11          |
| 2.3 DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL, DINÂMICA TEMPORAL E<br>LEVANTAMENTO FLORÍSTICO.....                                              | 13          |
| 2.4 ANÁLISE DOS DADOS.....                                                                                                   | 15          |
| <b>3 RESULTADOS .....</b>                                                                                                    | <b>19</b>   |
| 3.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO.....                                                                                             | 19          |
| 3.1.1 Chave para Identificação dos Táxons Encontrados na Serra da<br>Prata.....                                              | 20          |
| 3.1.2 Descrição dos Táxons Encontrados na Serra da Prata.....                                                                | 22          |
| 3.1.3 Divisão Cyanobacteria .....                                                                                            | 23          |
| 3.1.4 Divisão Chlorophyta.....                                                                                               | 31          |
| 3.1.5 Divisão Heterokontophyta.....                                                                                          | 33          |
| 3.1.6 Divisão Rhodophyta.....                                                                                                | 34          |
| 3.2 DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL E DINÂMICA TEMPORAL.....                                                                          | 36          |
| 3.2.1 Variáveis Ambientais.....                                                                                              | 36          |
| 3.2.2 Distribuição Ambiental e Dinâmica Temporal das Comunidades.....                                                        | 39          |
| 3.2.3 Análise da Distribuição das Espécies de Macroalgas na Serra da Prata<br>e em outras Regiões Geográficas do Brasil..... | 43          |
| <b>4 DISCUSSÃO .....</b>                                                                                                     | <b>45</b>   |
| 4.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO.....                                                                                             | 45          |
| 4.2 DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL E DINÂMICA TEMPORAL.....                                                                          | 46          |

|          |                                                                                                                        |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.1    | Variáveis Ambientais.....                                                                                              | 46        |
| 4.2.2    | Distribuição Ambiental das Comunidades.....                                                                            | 48        |
| 4.2.3    | Dinâmica Temporal das Comunidades.....                                                                                 | 52        |
| 4.2.4    | Análise da Distribuição das Espécies de Macroalgas na Serra da Prata<br>e em outras Regiões Geográficas do Brasil..... | 54        |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                      | <b>56</b> |
| <b>6</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                                | <b>58</b> |
|          | <b>APÊNDICE – FIGURAS .....</b>                                                                                        | <b>66</b> |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 01 - CÓDIGOS DE IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM, SUAS LOCALIZAÇÕES GEOGRÁFICAS, ORDENS, SUBSTRATOS PREDOMINANTES E CATEGORIA DE SOMBREAMENTO MARGINAL NA SERRA DA PRATA .....                                                                                                                               | 12 |
| TABELA 02 - REGIÕES FORMADAS PARA COMPARAR A FLORA DE MACROALGAS COM A FLORA ENCONTRADA NA SERRA DA PRATA, REGIÃO GEOGRÁFICA E/OU BIOMA DE ORIGEM, SEGUIDA DE CÓDIGO PARA IDENTIFICAÇÃO, CÓDIGOS/NÚMEROS DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM ENCONTRADOS NO TRABALHO ORIGINAL E A REFERÊNCIA DE ONDE FOI EXTRAÍDA A INFORMAÇÃO ..... | 17 |
| TABELA 03 - LISTA DOS TÁXONS ENCONTRADOS NA SERRA DA PRATA NO ESTUDO TAXONÔMICO, SEGUIDA DO TIPO MORFOLÓGICO A QUE PERTENCEM, OS PONTOS DE AMOSTRAGEM E A ESTAÇÃO QUE OS MESMOS FORAM COLETADOS .....                                                                                                                     | 22 |
| TABELA 04 - VALORES GLOBAIS E DE CADA ESTAÇÃO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO) DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS MENSURADAS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NA SERRA DA PRATA .....                                                                                                                                                        | 36 |
| TABELA 05 - VALORES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS EM CADA PONTO DE AMOSTRAGEM DA SERRA DA PRATA NO INVERNO .....                                                                                                                                                                                                       | 37 |
| TABELA 06 - VALORES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS EM CADA PONTO DE AMOSTRAGEM DA SERRA DA PRATA NO VERÃO .....                                                                                                                                                                                                         | 37 |
| TABELA 07 - VALORES DOS NUTRIENTES DISSOLVIDOS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM EM AMBAS AS ESTAÇÕES NA SERRA DA PRATA .....                                                                                                                                                                                                      | 37 |
| TABELA 08 - LISTA DE TÁXONS SEGUIDOS DO PONTO DE AMOSTRAGEM ONDE OCORRERAM EM CADA UMA DAS ESTAÇÕES AMOSTRADAS PARA O ESTUDO DE DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL E DINÂMICA TEMPORAL NA SERRA DA PRATA .....                                                                                                                        | 39 |
| TABELA 09 - RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS DE MACROALGAS ENCONTRADOS NA SERRA DA PRATA NOS DIFERENTES PONTOS NO INVERNO .....                                                                                                                                                                                            | 40 |
| TABELA 10 - RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS DE MACROALGAS ENCONTRADOS NA SERRA DA PRATA NOS DIFERENTES PONTOS NO VERÃO .....                                                                                                                                                                                              | 40 |
| TABELA 11 - ANÁLISE DE ESPÉCIES INDICADORAS (ISA) REALIZADA COM A PRESENÇA/AUSÊNCIA DAS ESPÉCIES EM CADA PONTO DE AMOSTRAGEM, CATEGORIZANDO OS PONTOS NAS DUAS ESTAÇÕES COMO INVERNO (“1”) E VERÃO (“2”) .....                                                                                                            | 42 |
| TABELA 12 - ANÁLISE DE ESPÉCIES INDICADORAS (ISA) REALIZADA COM A PRESENÇA/AUSÊNCIA DAS ESPÉCIES EM CADA PONTO DE AMOSTRAGEM, CATEGORIZANDO OS PONTOS COMO SOMBREADOS (“1”) E FORTEMENTE SOMBREADOS (“2”) .....                                                                                                           | 43 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 01 - A) AMÉRICA DO SUL MOSTRANDO O BRASIL E O ESTADO DO PARANÁ, B) PARANÁ DESTACANDO A PORÇÃO LESTE, C) PORÇÃO LESTE E A LOCALIZAÇÃO DA SERRA DA PRATA .....                                             | 67 |
| FIGURA 02 - MAPA MOSTRANDO A DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NA SERRA DA PRATA .....                                                                                                                      | 68 |
| FIGURAS 03 a 26 – PRANCHAS .....                                                                                                                                                                                | 69 |
| FIGURA 27 - GRÁFICOS MOSTRANDO OS VALORES DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS MENSURADAS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS DUAS ESTAÇÕES CONTRASTANTES .....                                                                    | 71 |
| FIGURA 28 - A) PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NO PERÍODO DE AMOSTRAGEM, B) PRECIPITAÇÃO ACUMULADA NOS DIAS ANTERIORES À AMOSTRAGEM .....                                                                             | 72 |
| FIGURA 29 - ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) REALIZADA COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS DUAS ESTAÇÕES CONTRASTANTES .....                                                       | 73 |
| FIGURA 30 - GRÁFICOS DOS VALORES DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA NOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS DUAS ESTAÇÕES CONTRASTANTES .....                                                                                         | 74 |
| FIGURA 31 - ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA DESTENDENCIADA (DCA) BASEADA NA PRESENÇA/AUSÊNCIA DAS ESPÉCIES DE MACROALGAS NOS DIFERENTES PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS DUAS ESTAÇÕES CONTRASTANTES NA SERRA DA PRATA ..... | 75 |
| FIGURA 32 - ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM EM AMBAS AS ESTAÇÕES, BASEADO NA PRESENÇA/AUSÊNCIA DOS TÁXONS .....                                                                                 | 76 |
| FIGURA 33 - ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA DESTENDENCIADA (DCA) BASEADA NA PRESENÇA/AUSÊNCIA DE ESPÉCIES DE MACROALGAS EM 22 REGIÕES COMPARADAS COM OS RESULTADOS ENCONTRADOS NA SERRA DA PRATA .....               | 77 |

## RESUMO

Os diversos trabalhos enfocando macroalgas de ambientes lóticos realizados em diferentes partes do mundo sugerem que diferentes mecanismos e variáveis ambientais estão envolvidos na determinação do padrão de distribuição espacial e de dinâmica temporal. Neste contexto, estudos em regiões geográficas distintas representam importantes contribuições para o conhecimento deste grupo de organismos. Considerando a evidente carência de informações sobre comunidades de macroalgas na Região Sul do Brasil, em especial no Estado do Paraná, o presente estudo foi proposto com o objetivo de investigar aspectos florísticos e ecológicos das comunidades de macroalgas da Serra da Prata, no leste do Estado do Paraná. A Serra da Prata é uma região preservada cuja composição florística da comunidade vegetal terrestre é basicamente dominada pela Floresta Ombrófila Densa. As amostragens foram conduzidas em oito pontos de amostragem através da técnica da transeção em duas estações contrastantes (inverno vs. verão), onde foram estimados o número e a abundância de espécies das comunidades. Em adição, em cada ponto de amostragem foram mensuradas as seguintes variáveis ambientais: temperatura, turbidez, condutividade específica, pH, oxigênio dissolvido, profundidade, velocidade da correnteza, tipo de substrato (em termos de tamanho de partícula), sombreamento e nutrientes dissolvidos. Adicionalmente, seis segmentos de riachos foram investigados qualitativamente para incrementar o conhecimento da composição florística da área de estudos. O levantamento taxonômico resultou na identificação de 19 táxons, distribuídos em quatro divisões. Cyanobacteria foi a divisão com maior número de representantes (58%), seguida por Chlorophyta (21%), Rhodophyta e Heterokontophyta (10,5% cada uma). Entre os 19 táxons encontrados na Serra da Prata, 11 (57%) foram registradas em apenas um único ponto de amostragem, sugerindo uma tendência de ocorrência restrita das espécies. As seguintes espécies representam primeiros registros para o Estado do Paraná: *Blennothrix komarekii*, *Tolypothrix tenuis*, *Zygogonium ericetorum*, *Vaucheria geminata* e *Batrachospermum ambiguum*. A Análise dos Componentes Principais (PCA) mostrou que as variáveis ambientais analisadas apresentam um claro padrão de variação temporal. Por outro lado, a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), baseada na presença/ausência das espécies em cada data de amostragem, não revelou um claro padrão de variação temporal. Um único possível padrão evidenciado pela DCA foi a separação dos pontos de amostragem em função do grau de sombreamento do trecho estudado. Como uma regra geral, a região estudada apresentou baixos valores de riqueza e abundância, e a maioria dos táxons foi restrita a um único riacho. Os resultados sugerem que a estruturação das comunidades de macroalgas estudadas respondem às combinações das variáveis ambientais que se alteram continuamente no tempo e no espaço, enfatizando a relevância das variações nas condições ambientais em pequena escala (microhabitat). Por outro lado, os resultados também indicam que, em escala global, a distribuição das macroalgas lóticas da região de estudo, aparentemente, pode ser influenciada pelo grau de sombreamento imposto pela vegetação marginal.

Palavras chave: macroalgas; riachos; Serra da Prata; Estado do Paraná.

## ABSTRACT

The diverse works focusing macroalgae made in lotic systems in different regions of the world suggest that different mechanisms and environmental variable are involved in the determination of spatial distribution and temporal dynamics patterns. In this context, studies in diverse geographic regions represent important contributions for the knowledge of this group of organisms. Considering the evident paucity of information on macroalgae communities in the South Region of Brazil, particularly in the Paraná State, the present study was proposed with the main objective of investigate the floristic and ecological aspects of the macroalgae communities of the Serra da Prata, eastern of Paraná State. The Serra da Prata is a region highly preserved whose terrestrial vegetation flora is basically dominated by the Dense Atlantic Rain Forest. The samplings were carried out in eight stream reaches by means of the transect technique in two contrastive seasons (winter vs. summer), where the species number and abundance of the communities were estimated. In addition, in each sampling reaches the following environmental variables were measured: temperature, turbidity, specific conductance, pH, dissolved oxygen, depth, current velocity, substratum type (in terms of particle size) and nutrients. Additionally, six segments of streams were investigated qualitatively to improve the knowledge of the floristic composition of the study area. The taxonomic survey resulted in the identification of 19 taxa, distributed in four taxonomic divisions. Cyanobacteria was the division with higher number of representatives (58%), followed by Chlorophyta (21%), Rhodophyta (10,5%) and Heterokontophyta (10.5%). Among the 19 taxa found in the Serra da Prata, 11 (57%) were registered in only one sampling reach, suggesting a tendency of restricted occurrence of the species. The following species represent the first records for the Paraná State: *Blennothrix komarekii*, *Tolypothrix tenuis*, *Zygonium ericetorum*, *Vaucheria geminata* and *Batrachospermum ambiguum*. The Principal Component Analysis (PCA) showed that the environmental variables analyzed had a clear temporal pattern of variation. On the other hand, the Detrended Correspondence Analysis (DCA), based in the presence/absence of the species in each sampling date, did not show a clear temporal pattern of variation. A unique possible pattern evidenced by the DCA was the separation of the sampling reaches in function of the shaded level of the studied interval. As a general rule, the studied region presented low values of species richness and abundance, and the majority of taxa was restricted to a single stream. The results suggested that the structure of the studied macroalgae communities seem to respond to the combinations of the environmental variable that change continuously in time and space, emphasizing the relevance of the variation in environmental conditions in small scale (microhabitat). On the other hand, the results also indicated that, in global scale, the distribution of lotic macroalgae of the study area, apparently, could be influenciaded by the shading level provided by the riparian vegetation.

Key works: macroalgae; streams; Serra da Prata; Paraná State.

## 1 INTRODUÇÃO

Ambientes lóticos são caracterizados por ambientes de água corrente (rios, riachos, córregos, etc). Tais ambientes diferem dos ecossistemas lênticos principalmente por apresentarem um fluxo unidirecional, pela ausência de estratificação térmica e alta variação das condições físicas e químicas, por apresentarem variações estruturais ao longo do seu percurso, além de apresentarem um efeito mais pronunciado da erosão o que confere um fluxo mais intenso de materiais e nutrientes (MAITLAND, 1978). STRAHLER (1957) classificou os ambientes lóticos em ordens, nesse sistema, riachos formados diretamente pelas nascentes sem receber tributários são considerados de 1ª ordem, quando dois de 1ª ordem se encontram formam um de 2ª ordem, quando dois de 2ª ordem unem formam um de 3ª e assim por diante.

A característica distintiva de um ambiente lótico é a sua heterogeneidade espaço-temporal, a qual é manifestada como um mosaico interativo em quatro dimensões: a longitudinal, que constitui a conexão com as partes superior e inferior do rio; a lateral, que inclui interações entre o canal e vegetação ripária (margem); a vertical, do rio com o leito; e a temporal, que envolve mudanças previsíveis e não-previsíveis (WARD, 1989; GILLER; MALMQVIST, 1998). WARD (1989) comenta ainda, que os ecossistemas lóticos se desenvolvem em resposta a processos dinâmicos ocorrendo ao longo destas quatro dimensões.

Uma vez que os ecossistemas lóticos são controlados pelas flutuações espaciais e temporais de inúmeros fatores químicos e físicos (ROUND, 1983; GORDON; McMAHON; FINLAYSON, 1992; ALLAN, 1995), o desenvolvimento de organismos nestes ambientes depende de adaptações que lhes permita estabelecer e manter populações relativamente estáveis (GILLER; MALMQVIST, 1998).

Muitas variáveis ambientais são importantes determinantes da composição e estrutura de organismos aquáticos em ambientes lóticos (ESTEVES, 1988; ALLAN, 1995). Algumas delas são recorrentemente mensuradas em importantes estudos com algas lóticas. Entre as principais, podem-se citar: temperatura da água (NECCHI

JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO, 1993; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO, 1994; BRANCO, 1995; 1996; LEUKART, 1995; SHERWOOD; SHEATH, 1999; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003), turbidez (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO, 1993; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO 1994; BRANCO, 1995; BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 2001 NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003), tipo de substrato (SHEATH et al., 1989; STOCK; WARD, 1991; PFISTER, 1993; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003), condutividade específica (BRANCO, 1995; LEUKART, 1995; SHERWOOD; SHEATH, 1999; FOERSTER; GUTOWSKI; SCHAUMBURG, 2004), pH (BRANCO, 1995; SHERWOOD; SHEATH, 1999; BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 2001; FOERSTER; GUTOWSKI; SCHAUMBURG, 2004), oxigênio dissolvido (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO, 1993; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO 1994; BRANCO, 1995; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO 2003; FOERSTER; GUTOWSKI; SCHAUMBURG, 2004), sombreamento (SHEATH et al., 1986; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003), profundidade (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; PFISTER, 1993; SHERWOOD; SHEATH, 1999; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003; FOERSTER; GUTOWSKI; SCHAUMBURG, 2004), velocidade da correnteza (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO 1994; BRANCO, 1995; SHERWOOD; SHEATH, 1999; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO 2003) e, nutrientes dissolvidos (ENTWISLE, 1990; LEUKART, 1995; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003; FOERSTER; GUTOWSKI; SCHAUMBURG, 2004).

Em ambientes lóticos, o componente fitoplanctônico microscópico é pouco representativo, sendo as algas bentônicas (macro e microalgas) consideradas como importantes produtores primários na maioria desses ambientes (LAMBERTI, 1996; GILLER; MALMQVIST, 1998), tendo portanto, um papel ecológico preponderante. Desta forma, o estudo destes organismos passa a ser de fundamental importância para

a compreensão das relações ecológicas que ali se estabelecem, incluindo as relações destas algas com o meio e com os demais componentes biológicos do sistema.

O interesse ecológico sobre este grupo de algas pode ser observado a partir dos vários estudos com algas lólicas que são encontrados na literatura e que têm focalizado a porção macroscópica destas comunidades algais, sendo que o termo macroalgas, é utilizado há vários anos para designar este grupo de produtores primários (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; SHEATH et al., 1986; 1989; ENTWISLE, 1989; 1990; NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR, 1992), mas só foi bem definido por SHEATH e COLE (1992). A definição proposta por esses autores é a seguinte: “tipicamente, macroalgas de riachos são bentônicas e formam um talo maduro que é uma estrutura discreta e reconhecível a olho nu, a identificação microscópica é geralmente necessária e freqüentemente microalgas estão associadas ao talo”. A partir daí, esta definição de macroalgas passou a ser amplamente utilizada (NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO, 1993; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO, 1994; NECCHI JÚNIOR et al., 1995; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996a; 1996b; 1998; SHEATH et al., 1996; SHERWOOD; SHEATH, 1999; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000; 2003; VERB; VIS, 2001; KRUPKE, 2006). No presente estudo o termo macroalga é empregado segundo tal definição. Ainda, o trabalho de SHEATH e COLE (1992), prevê uma variedade de tipos morfológicos que podem ser encontrados em um ambiente lótico, sendo os principais: emaranhados de filamentos, colônias gelatinosas, filamentos gelatinosos, filamentos livres, tufos, crostas e pseudoparênquimas.

Na literatura mundial são muitos os trabalhos que enfocam o estudo das macroalgas, sob o ponto de vista taxonômico e ecológico, principalmente em regiões temperadas: Australásia (BIGGS; PRICE, 1987; BIGGS, 1990); Europa (HOLMES; WHITTON, 1981; JOHANSSON, 1982; KAWECKA, 1982; JOHN; MORE, 1985; PFISTER, 1993; LEUKART, 1995); América do Norte (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; SHEATH et al., 1986; 1989; 1996; SHEATH; HAMBROOK; NERONE, 1988; SHEATH; COLE, 1992; SHERWOOD; SHEATH, 1999; SHERWOOD et al., 2000; VERB; VIS, 2001). Em regiões tropicais ainda existe uma relativa carência de estudos

desta natureza. Podendo citar alguns exemplos nas Ilhas Havaianas (VIS et al., 1994; FILKIN; SHERWOOD; VIS, 2003), na Austrália (ENTWISLE, 1989; 1990) e na América do Norte (SHEATH; COLE, 1992).

No Brasil, a maioria dos trabalhos com macroalgas é de material proveniente do Estado de São Paulo. Para esse estado, vários estudos tratando da composição florística e aspectos ecológicos podem ser relacionados: NECCHI JÚNIOR (1992) em uma nascente, NECCHI JÚNIOR; DIP e GÓES (1991) em um riacho (Córrego da Barra Funda), NECCHI JÚNIOR e PASCOALOTO (1993), e NECCHI JÚNIOR, PASCOALOTO e BRANCO (1994) ambos na Bacia do Rio Preto, BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1997; 1998) em três bacias de drenagem da região noroeste, BRANCO (1995) na região oriental de Mata Atlântica e, NECCHI JÚNIOR et al. (1995a; 1997) na região noroeste. Além de NECCHI JÚNIOR, BRANCO e BRANCO (2000) e, BRANCO, NECCHI JÚNIOR e BRANCO (2001; 2002), todos estudando comunidades de macroalgas lólicas e suas relações com as variáveis ambientais em 172 riachos de regiões naturais do Estado de São Paulo. Ainda para o mesmo estado, é possível citar também os trabalhos de BRANCO et al. (2005) investigando o processo de sucessão da comunidade macroalgal em um rio após um distúrbio de chuva, NECCHI JÚNIOR, BRANCO e DIP (1994) e, BRANCO e PEREIRA (2002) estudando a comunidade de macroalgas em ambientes lólicos impactados por poluição orgânica, além de NECCHI JÚNIOR (2004a; 2004b; 2005) e ZUCCHI e NECCHI JÚNIOR (2001), todos tratando do efeito de variáveis ambientais sobre ecologia e/ou fisiologia de algas vermelhas. Trabalhos em outros estados são escassos, podendo-se citar apenas um estudo desenvolvido na Serra da Canastra, em Minas Gerais (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003) e outro na região centro-sul do Estado do Paraná (KRUPEK, 2006), além de alguns ainda não publicados no Estado do Paraná.

Informações adicionais sobre macroalgas lólicas podem ser obtidas em alguns estudos taxonômicos que tratam de grupos particulares. Entre eles pode-se citar: Cyanophyceae (AZEVEDO; NOGUEIRA; SANT`ANNA, 1996), Rhodophyta de águas continentais (NECCHI JÚNIOR, 1984; 1989; NECCHI JÚNIOR; BICUDO, 1992), Zygnemaceae (DIAS, 1986), Chlorophyta filamentosas (DIAS, 1987; 1990;

1991), Scytonemataceae (SANT'ANNA, 1988), Oedogoniaceae e Zygnemaceae (DIAS, 1992), Compsopogonaceae (NECCHI JÚNIOR; DIP, 1992) Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae (SOPHIA; DIAS, 1996), Cyanobacteria de riachos (BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 1999), Chaetophoraceae (BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 2002) e, Ulotrichales (BICUDO; PEREIRA, 2003).

Ainda, podem ser relacionados estudos taxonômicos de gêneros específicos de macroalgas: *Spirogyra* (Chlorophyta) (DIAS, 1984), *Mougeotia* (Chlorophyta) (DIAS, 1985), *Stigonema* (Cyanobacteria) (SILVA; SANT'ANNA, 1996), *Vaucheria* (Xanthophyta) (NECCHI JÚNIOR et al., 2001), *Microspora* (Chlorophyta) (NECCHI JÚNIOR et al., 2002), *Nitella* (Chlorophyta) (VIEIRA JÚNIOR et al., 2002b), *Chara* (Chlorophyta) (VIEIRA JÚNIOR et al., 2002a), *Schizomeris* (Chlorophyta) (PEREIRA; BRANCO, 2005), além dos gêneros de Rhodophyta (NECCHI JÚNIOR, 1991; NECCHI JÚNIOR; ZUCCHI, 1995; 1997a; 1997b).

Da mesma forma, na Região Sul do Brasil, existe uma enorme carência de trabalhos que tratam de macroalgas. O único trabalho concluído até o presente é o de KRUEK (2006) que estudou a composição florística, a distribuição ambiental e a dinâmica sazonal em uma bacia hidrográfica na região centro-sul do Estado do Paraná. Em adição, pode-se citar BRANCO, KRUEK e PERES (a em análise) estudando a composição florística e a distribuição ambiental de 22 segmentos de riachos na região centro-oeste do Paraná, além de BRANCO et al. (em análise) estudando a flora, distribuição ambiental e dinâmica temporal em 11 segmentos de riachos na Floresta Nacional de Irati, na região centro-sul do mesmo estado.

Vários estudos com comunidades de macroalgas apontam diferentes variáveis ambientais (ou combinações delas) como o principal fator relacionado com a distribuição espaço-temporal de tais comunidades. Entre os trabalhos realizados na América do Norte, SHEATH e BURKHOLDER (1985) atribuíram ao pH o padrão de distribuição geográfica das comunidades de macroalgas na região de estudo, e sugeriram a disponibilidade luz como responsável pelo padrão de sazonalidade e de abundância de tais comunidades em cada ponto de amostragem. SHEATH et al. (1989)

indicaram alta correlação entre número de espécies com temperatura e pH. SHEATH et al. (1986) apresentaram a temperatura da água determinando a riqueza e abundância das macroalgas na região de estudo. VERB e VIS (2001) estudando macroalgas de riachos impactados por mina ácida, demonstram que apesar do forte impacto em alguns pontos, nenhuma variável química foi responsável pelo padrão de distribuição sendo que, os fatores responsáveis pela diminuição da riqueza foram sombreamento atuando no verão e precipitação atuando no inverno. SHEATH e MÜLLER (1997) estudando macroalgas de riachos do Alto Ártico comentam que, apesar de uma extremamente alta variação das variáveis físico-químicas, o padrão de distribuição da comunidade é decorrente apenas da falta de substrato estável para aderência, a qual é causada pela alta sedimentação.

Na Europa, PFISTER (1993) estudando macroalgas de riachos austríacos indicou precipitação e vazão sendo responsáveis pela distribuição temporal e espacial. Na Ásia, HU e XIE (2006) estudando a distribuição e a sazonalidade de macroalgas em um rio na China verificaram falta de correspondência das variáveis ambientais para explicar os padrões nas comunidades e demonstraram para aquela região uma forte tendência de ocorrência restrita das espécies a um único ponto de amostragem ou estação.

Entre os trabalhos realizados no Brasil, NECCHI JÚNIOR (1992) observou uma estabilidade nas características físicas e químicas e uma alta dinâmica sazonal da comunidade macroalgal, a qual foi explicada pela competição por substrato disponível para colonização. NECCHI JÚNIOR, PASCOALOTO e BRANCO (1994) encontraram os maiores valores de riqueza e abundância em altas condutividades, baixos conteúdos de oxigênio, riachos de maiores grandezas e em substratos rochosos. BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1996a) aplicaram a Hipótese do Distúrbio Intermediário para explicar a distribuição das macroalgas e indicaram a alta precipitação como fator responsável pela baixa diversidade de espécies naquele ambiente. BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1998) indicaram condutividade específica e velocidade da correnteza como sendo os fatores mais intimamente relacionados com a distribuição das macroalgas. NECCHI JÚNIOR, BRANCO e BRANCO (2003)

apontaram substrato rochoso, baixos valores de pH e altos de demanda química de oxigênio, cor da água e velocidade da correnteza, como os fatores responsáveis pela distribuição das macroalgas na área de estudos.

BRANCO, KRUPEK e PERES (a em análise), ao estudarem riachos na região centro-oeste do Paraná e ao revisarem outros estudos realizados em todo o mundo, encontraram um padrão de ocorrência de grande número de espécies restritas a um único ponto de amostragem, e sugeriram que as macroalgas respondem mais na escala local (microhábitat) do que na escala global (bioma, clima, geologia, etc.). Adicionalmente, BRANCO, KRUPEK e PERES (b em análise) estudando a dinâmica sazonal de macroalgas em três segmentos de riachos na região centro-sul do Paraná, encontraram falta de correspondência das variáveis ambientais para explicar a flutuação sazonal das comunidades, os mesmos autores sugerem que tal variação está intimamente relacionada com as características de microhábitat, as quais seriam determinantes na riqueza e abundância das comunidades em uma determinada “mancha” em um determinado espaço de tempo.

NECCHI JÚNIOR, DIP e GÓES (1991) revelaram que um conjunto de variáveis ambientais pode ser atribuído para explicar a dinâmica sazonal e sugerem precipitação e vazão como fator-chave agindo sobre tais variáveis. NECCHI JÚNIOR e PASCOALOTO (1993) encontraram os maiores valores de riqueza em períodos com baixas temperaturas, baixos valores de correnteza e baixos valores de turbidez, os quais foram atribuídos ao regime de precipitação. BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1997) relatam a importância da interação de vários fatores, porém, novamente colocam precipitação como fator chave responsável pela sazonalidade das macroalgas.

Ainda, quanto à sazonalidade de macroalgas, em todos os trabalhos realizados no Estado de São Paulo, a estação que apresentou os maiores índices de riqueza e abundância de macroalgas foi invariavelmente o inverno, que corresponde à estação com menor índice pluviométrico naquela região (NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO, 1993; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1997).

Considerando as quatro divisões (Cyanobacteria, Chlorophyta, Chrysophyta e Rhodophyta) que ROUND (1983) afirma serem comumente encontradas em ambientes

lóticos, diferentes proporções em número de espécies podem ser encontradas nos diferentes estudos. Entretanto na maioria deles, Chlorophyta aparece como a divisão com maior número de espécies, a saber: América do Norte (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; SHEATH et al., 1986; 1989; SHEATH; COLE, 1992), Europa (KAWECKA, 1980; 1982; JOHANSSON, 1982), Austrália (ENTWISLE, 1989) e Brasil (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO, 1994). Cyanobacteria aparece como grupo dominante em BRANCO (1996), NECCHI JÚNIOR, BRANCO e BRANCO (2003) e KRUPEK (2006). A Divisão Rhodophyta foi encontrada como grupo dominante em apenas um trabalho no Brasil (BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996a), onde os autores explicaram tal dominância pelo alto grau de preservação, o que diminuiria a atenuação da irradiância e a seleção de determinados comprimentos de onda, favorecendo o complexo pigmentar das algas vermelhas.

Sobre o tipo morfológico, é perceptível uma diferença na proporção em diferentes estudos. Porém, emaranhados de filamentos parece ser o tipo mais comum (SHEATH et al., 1989; SHEATH; COLE, 1992; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996b; 1998; BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 2001; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003). Este tipo morfológico é considerado como favorável, mais produtivo e bem adaptado às características dos ambientes lóticos (BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1998; BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 2001; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003). BRANCO et al. (2005) ao estudarem o processo de sucessão de um riacho após a ocorrência de uma forte chuva identificaram que a colonização, por tipos morfológicos, seguiu a ordem: tufos e filamentos ramificados, seguido de filamentos não ramificados e por último de formas gelatinosas. Os autores indicam que esta sucessão está relacionada diretamente com a diferente capacidade de aquisição de fósforo, sugerindo que os tipos morfológicos gelatinosos são mais competitivos em ambientes (ou situações ambientais) onde a disponibilidade de fósforo é mais baixa. Nestas situações a mucilagem que envolve os filamentos funciona como sítio de troca iônica.

Uma tendência recorrentemente encontrada em ambientes lóticos brasileiros diz respeito à diversidade e a abundância de espécies, as quais geralmente tem se apresentado muito menores do que aquelas descritas para ambientes temperados (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO, 1994; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996b; 1998; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003; KRUPKEK, 2006). Outra tendência diz respeito à distribuição em mosaico e a dominância por poucas espécies que parece ser típico de ambientes lóticos brasileiros (BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996b; 1998; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003; KRUPKEK 2006).

Baseando-se na evidente carência de estudos sobre comunidades de macroalgas na Região Sul do Brasil, em especial no Estado do Paraná, o presente estudo foi proposto com o objetivo geral de abordar aspectos florísticos e ecológicos das comunidades de macroalgas da Serra da Prata, que é uma região com excelente estado de conservação, cuja composição da comunidade vegetal terrestre é basicamente dominada pela Floresta Ombrófila Densa. Os objetivos específicos foram:

- i) inventariar a flora de macroalgas de ambientes lóticos da região de estudo, contribuindo para o aumento do conhecimento deste grupo;
- ii) descrever aspectos da estrutura das comunidades e suas relações com variáveis ambientais selecionadas, bem como investigar o padrão de distribuição ambiental dentro da área de estudo;
- iii) avaliar a dinâmica temporal dessas comunidades nas duas estações contrastantes (inverno e verão).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo sobre as comunidades de macroalgas, a que se refere este trabalho, realizou-se na Serra da Prata, leste do Estado do Paraná, Brasil (Figura 01). A área de estudo é quase totalmente representada pelo Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, o qual possui uma área de aproximadamente 25.000 hectares (cerca de 250 km<sup>2</sup>), estando localizado entre os municípios de Matinhos, Guaratuba, Morretes e Paranaguá (IBAMA, 2005). A malha de rodovias estabelece um aspecto quase insular ao parque, a BR-277 tangencia sua face norte, a rodovia PR-508 (Alexandra–Matinhos) se mantém paralela ao seu eixo maior (Norte - Sul) na face leste, sua porção ocidental é circunscrita pela estrada Marta-Garuva e a borda sul faz limite com a baía de Guaratuba (IBAMA, 2003).

A Serra da Prata está totalmente inserida dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba, sendo uma região com escarpas e encostas abruptas, cobertas por vegetação exuberante, o que compõe um maravilhoso cenário de belezas naturais (IBAMA, 2003). A área abriga um número expressivo de espécies da flora e da fauna da Mata Atlântica (IBAMA, 2003). Nascentes de rios importantes para o abastecimento de água nos municípios do litoral, como Cambará, das Pombas, do Meio e Guaraguaçu, estão dentro da área desta Unidade de Conservação (IBAMA, 2003).

O clima na porção leste do Estado do Paraná é influenciado diretamente pelas massas de ar quente e úmido do Oceano Atlântico (MAACK, 1981; RODERJAN et al., 2002), pertencendo à zona climática tropical superúmida (Af), a fim de salientar que se trata de uma zona tropical limítrofe ou de transição, acrescenta-se a letra “t” sendo, portanto, clima Af (t) de Köppen, conforme MAACK (1981). Não há estação seca e as precipitações médias anuais podem exceder 3.000 mm, apresentando as maiores precipitações do estado e as temperaturas médias que vão de circunstâncias

tropicais acima de 21°C, ao nível do mar, até o temperado de altitude, com 11°C (PRÓ-ATLÂNTICA, 2002).

Segundo a classificação do IBGE (1992), a vegetação que faz parte da abrangência da Serra da Prata é formada basicamente pelo aspecto fitogeográfico da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), subdividida pelas unidades tipológicas: Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Altomontana, além dos refúgios vegetacionais como os campos de altitude e vegetação secundária (RODERJAN et al., 2001; 2002). A presença da floresta nestes locais garante a estabilidade geológica, assegurando a manutenção das encostas e preservando eficientemente os mananciais de recursos hídricos (IBAMA, 2003).

A Floresta Ombrófila Densa, onde está inserida a Serra da Prata, possui cerca de 700 espécies de plantas lenhosas, onde mais da metade são exclusivas deste bioma, demonstrando adaptações ecológicas restritas aos ambientes dessa região KLEIN (1979). No contexto do Domínio Mata Atlântica, a área onde se situa o Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, é considerada de extrema importância biológica para a fauna de mamíferos, aves, anfíbios e répteis e de muito alta importância biológica para a fauna invertebrada e para a flora (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

## 2.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM

Com base em estudos previamente realizados (NECCHI JÚNIOR et al., 1995; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996a; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000; 2003) e na área total da Serra da Prata, foi estabelecido que oito segmentos de riachos permitiria uma amostragem representativa da área para as análises de distribuição ambiental e dinâmica temporal. Além desses, seis segmentos foram amostrados qualitativamente, com o objetivo de incrementar o estudo florístico da área. Os pontos de amostragem foram bem distribuídos dentro da área de abrangência da Serra da Prata, sendo que aqueles usados para o estudo de distribuição ambiental e dinâmica temporal estão situados na porção leste da mesma (Figura 02). Tais pontos

foram escolhidos a partir da possibilidade de acesso e de condições de trabalho. Os códigos de identificação dos pontos de amostragem, suas localizações geográficas, ordens, substratos predominantes e categorias de sombreamento marginal estão sumarizados na Tabela 01.

Tabela 01: Códigos de identificação dos pontos de amostragem, suas localizações geográficas, ordens, substratos predominantes e categoria de sombreamento marginal na Serra da Prata.

| <b>Código</b>    | <b>Localização e características dos pontos de amostragem.</b>                                                                                                                                                                                               |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SHL – 01</b>  | Município de Matinhos, Cachoeira do Tigre – Rio Cachoeira, atrás do pesque-pague das Tilápias. 25° 44' 27" S, 48° 36' 66" W. 3ª ordem. Substrato: rocha (100%). Sombreado.                                                                                   |
| <b>SHL – 02</b>  | Município de Matinhos, riacho atrás do pesque-pague das Tilápias. 25° 44' 80" S, 48° 35' 92" W. 2ª ordem. Substrato: areia (67%), troncos e galhos (15%), cascalho (9%), rocha (5%), matacão (3%) e seixos (1%). Fortemente sombreado.                       |
| <b>SHL – 03</b>  | Município de Matinhos, Rio Cambará – atrás do Parque Águas Claras. 25° 43' 53" S, 48° 35' 86" W. 4ª ordem. Substrato: matacão (82%), rocha (15%), seixos (2%), troncos e galhos (<1%) e cascalho (<1%). Sombreado.                                           |
| <b>SHL – 04</b>  | Município de Paranaguá, Rio da Colônia Pereira, estrada secundária com entrada próxima à Polícia Rodoviária. 25° 41' 51" S, 48° 35' 14" W. 4ª ordem. Substrato: matacão (61%), rocha (22%), seixos (13%), cascalho (2%) e areia (2%). Sombreado.             |
| <b>SHL – 05</b>  | Município de Paranaguá, Rio das Pombas – Faz. Niterói. 25° 39' 18" S, 48° 35' 42" W. 4ª ordem. Substrato: seixos (35%), matacão (30%), cascalho (18%), areia (11%), rocha (4%) e troncos e galhos (2%). Fortemente sombreado.                                |
| <b>SHL – 06</b>  | Município de Paranaguá, Rio da Colônia Maria Luisa. 25° 38' 63" S, 48° 36' 05" W. 3ª ordem. Substrato: matacão (50%), rocha (17%), seixos (15%), areia (12%), cascalho (5%) e troncos e galhos (1%). Fortemente sombreado.                                   |
| <b>SHL – 07</b>  | Município de Paranaguá, riacho na estrada de acesso ao Morro Inglês. 25° 36' 24" S, 48° 37' 66" W. 4ª ordem. Substrato: matacão (54%), seixos (15%), rocha (12%), cascalho (11%), areia (4%), macrófitas (3%) e troncos e galhos (1%). Fortemente sombreado. |
| <b>SHL – 08</b>  | Município de Matinhos, Rio Indaiá – próximo à captação de água da SANEPAR, a 3 Km da cidade de Matinhos. 25° 47' 79" S, 48° 34' 01" W. 2ª ordem. Substrato: matacão (55%), rocha (23%), areia (8%), cascalho (7%) e seixos (7%). Fortemente sombreado.       |
| <b>SHL – 09*</b> | Município de Guaratuba, afluyente do Rio do Henrique. 25° 40' 54" S, 48° 42' 15" W.                                                                                                                                                                          |
| <b>SHL – 10*</b> | Município de Guaratuba, Rio do Henrique – próximo à foz. 25° 40' 55" S, 48° 41' 52" W.                                                                                                                                                                       |
| <b>SHL – 11*</b> | Município de Guaratuba, afluyente do Rio do Henrique. 25° 40' 40" S, 48° 41' 51" W.                                                                                                                                                                          |
| <b>SHL – 12*</b> | Município de Guaratuba, afluyente do Rio do Henrique. 25° 40' 39" S, 48° 41' 10" W.                                                                                                                                                                          |
| <b>SHL – 13*</b> | Município de Guaratuba, Rio do Henrique. 25° 40' 37" S, 48° 41' 03" W.                                                                                                                                                                                       |
| <b>SHL – 14*</b> | Município de Guaratuba, Rio Cubatãozinho – próximo à Estrada da Limeira. 25° 40' 25" S, 48° 43' 42" W.                                                                                                                                                       |

\* = pontos de amostragem utilizados apenas para o estudo taxonômico.

## 2.3 DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL, DINÂMICA TEMPORAL E LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

Os estudos de distribuição ambiental e de dinâmica temporal das comunidades de macroalgas foram conduzidos através de duas amostragens realizadas em estações contrastantes, sendo uma no inverno (entre 02 e 03 de julho de 2005) e outra no verão (entre 22 e 23 de fevereiro de 2006).

Para cada um dos oito segmentos de riachos foi amostrado um trecho de 10 m de extensão (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 1995; 2000; 2003; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996b), permanentemente estabelecido, através da técnica da transeção (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 1995; 2003). Neste ponto de amostragem, o trecho analisado foi subdividido em intervalos de um metro com o auxílio de uma corda estendida ao longo de uma das margens. Dentro de cada intervalo foi anotada a abundância (através da análise da cobertura percentual) de cada espécie através de estimativa visual (NECCHI JÚNIOR, 1993) utilizando um balde com fundo de vidro (“view box”) para melhorar a observação. A técnica de estimativa visual tem sido frequentemente utilizada como um método não-destrutivo na determinação da abundância em estudos ecológicos de algas de ambientes lóticos (ENTWISLE, 1990; SHEATH; COLE, 1992; NECCHI JÚNIOR et al., 1995; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996b; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000). NECCHI JÚNIOR e BRANCO (1998) compararam os valores obtidos através da estimativa visual de cobertura percentual de *Batrachospermum delicatulum* (SKUJA) NECCHI e ENTWISLE (Rhodophyta) com duas técnicas destrutivas largamente utilizadas: peso seco sem cinzas e clorofila *a*. Os resultados mostraram correlações positivas entre elas ( $r = 0,37$  e  $0,54$ ,  $p < 0,01$ , para  $n = 50$ ), indicando portanto, a estimativa visual como uma técnica confiável. Esta mesma análise foi realizada por BRANCO (1999) para a abundância de *Stigeoclonium helveticum* VISCHER (Chlorophyta) estimada por análise visual e comparada com peso seco sem cinzas em unidades amostrais de 10 cm de diâmetro (área de ca.  $79 \text{ cm}^2$ ); novamente, alta correlação positiva foi observada ( $r = 0,69$ ,  $p < 0,01$ , para  $n = 15$ ),

corroborando a validade da estimativa visual de cobertura percentual como uma valiosa técnica amostral não-destrutiva.

Adicionalmente, em cada transeção foram realizadas medidas de algumas variáveis ambientais selecionadas. Temperatura, turbidez, condutividade específica, pH e oxigênio dissolvido foram medidos diretamente em campo com controlador de qualidade da água HORIBA U-10, equipado com uma sonda com múltiplos eletrodos, a partir de uma amostra de água coletada no ponto médio do trecho. O tipo de substrato foi estimado visualmente em termos percentuais, comparando-se com as classes de tamanho das partículas, modificadas a partir de GORDON, McMAHON e FINLAYSON (1992, modificado), onde: rocha (substrato contínuo), matacão (> 80 mm), seixos (25 a 50 mm), cascalho (5 a 15 mm), areia (< 5 mm); além destes, foram ainda acrescentados: macrófitas, troncos e galhos, argila e areia/argila. Adicionalmente, os seguintes nutrientes dissolvidos (ou variáveis) foram mensurados: Nitrogênio total, Nitrato ( $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NO}_3\text{-N}$ ), Amônio ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NH}_4\text{-N}$ ), Fósforo total, Ortofosfato ( $\text{PO}_4$  e  $\text{PO}_4\text{-P}$ ), Ferro, Potássio, Cálcio e Cor. Todos foram realizados a partir de uma amostra coletada no ponto médio do transecto e logo em seguida congelada, para posteriormente serem analisadas em um Espectrofotômetro Merck, modelo SQ 118 e reagentes Merck Spectroquant específicos para cada parâmetro.

O sombreamento foi estimado a campo usando-se as classes de sombreamento segundo DeNICOLA, HOGLAND e ROEMER (1992): aberto (A), parcialmente sombreado (B), sombreado (C) e fortemente sombreado (D). Velocidade da correnteza e profundidade foram medidas no centro das unidades amostrais utilizadas na avaliação da riqueza e abundância, sendo que, a velocidade da correnteza foi medida utilizando-se fluxômetro mecânico GENERAL OCEANICS 2030R, posicionado logo abaixo da superfície durante 20 segundos e a profundidade foi tomada com uma régua.

Dados sobre a precipitação local foram obtidos na estação pluviométrica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) Unidade de Morretes (PR) que é a estação de medições pluviométricas mais próxima da área de estudos.

Para o estudo florístico, além dos dados obtidos a partir dos oito pontos de amostragem utilizados no estudo de distribuição ambiental e dinâmica temporal, foram

incorporadas informações qualitativas de outras seis amostragens realizadas em riachos da porção oeste da Serra da Prata, além de coletas próximas às transeções dos pontos de amostragem SHL-01 e SHL-05 (no inverno e no verão). Os espécimes encontrados durante as amostragens foram coletados e preservados em formaldeído a 4% (JOHANSSON, 1982). Em laboratório, foram identificados sempre que possível, até o nível de espécie. As observações microscópicas foram realizadas com auxílio de microscópio trinocular LEICA, modelo DM1000. Para as análises morfométricas, foi utilizado um sistema de captura de imagens composto de câmera de vídeo LEICA, modelo DFC280, acoplada a um microcomputador com o software LEICA IM-50, específico para análise de imagem. A classificação das espécies em divisões seguiu o sistema de HOEK, MANN e JAHNS (1995). Para cada espécie identificada foi apresentada uma descrição sucinta acompanhada quando necessário, de comentários taxonômicos. Adicionalmente foram fornecidos os números de tombamento no herbário, a distribuição dos táxons na região de estudo, características do riacho mostrando os valores mínimos, máximos e médios das variáveis físicas e químicas da água, além de ilustrações (fotomicrografias) das características diagnósticas. As amostras foram herborizadas em meio líquido (formaldeído 4%) e depositadas no Herbário da Universidade Federal do Paraná (UPCB).

## 2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados físicos, químicos e biológicos referentes às duas estações (inverno e verão) foram inicialmente submetidos à estatística descritiva. Em seguida, foram aplicados os testes de Correlação  $r$  de Pearson (SOKAL; ROHLF, 1981) para identificar possíveis correlações entre os dados ambientais e biológicos. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de Regressão Linear Múltipla (SOKAL; ROHLF, 1981) para avaliar o efeito do conjunto das variáveis ambientais sobre a riqueza e abundância. Os dados físicos e químicos foram utilizados em uma Análise dos Componentes Principais (PCA) (DIGBY; KEMPTON, 1987), aplicando-se o coeficiente  $r$  de Pearson para avaliar possíveis padrões de distribuição ecológica

nos diferentes riachos ou estações. Em adição, foi aplicado um Teste de Wilcoxon (CONOVER, 1971) com os escores do primeiro eixo da PCA para avaliar a existência de possíveis diferenças sazonais com base nas variáveis físicas e químicas. O Teste de Wilcoxon também foi aplicado para verificar a presença ou não de possíveis diferenças temporais entre os valores médios de riqueza e abundância de espécies. A Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) (McCUNE; MEFFORD, 1999) e a Análise de Agrupamento (baseada no índice de Jaccard) (McCUNE; MEFFORD, 1999) foram aplicadas para avaliar a formação de padrões de distribuição dos pontos de amostragem e estações com base na presença/ausência de espécies. Finalmente, para avaliar possíveis espécies tipicamente associadas a uma estação específica ou condição ambiental foi utilizado uma Análise de Espécies Indicadoras (ISA) (DUFRENE; LEGENDRE, 1997).

Para comparar a flora de macroalgas da Serra da Prata com a de outros biomas, utilizaram-se os resultados da coleta de inverno nos oito pontos do estudo de distribuição. Esta providência foi necessária para tornar as análises comparativas válidas, uma vez que os trabalhos da literatura utilizados neste procedimento apresentavam resultados baseados em coletas únicas realizadas justamente no inverno. Além disso, foram utilizados para a análise comparativa apenas estudos que envolveram amostragens em regiões e/ou biomas do Brasil com oito ou mais riachos coletados. Nos casos em que as regiões e/ou biomas tiveram um grande número de pontos de amostragem, os mesmos foram subdivididos arbitrariamente de forma a gerar grupos com oito pontos cada. Quando, mesmo após a subdivisão em subgrupos o número de pontos de amostragem permaneceu acima de oito, os riachos excedentes foram, então, eliminados através de sorteio. Após o tratamento descrito acima, foram encontrados 22 conjuntos contendo oito pontos de amostragem, cujas comunidades de macroalgas foram investigadas utilizando-se a mesma técnica amostral e a mesma estação sazonal (inverno).

Os 22 conjuntos utilizados para comparação com os resultados da Serra da Prata, a região geográfica e/ou bioma de origem e as referências bibliográficas de onde foram extraídas as informações estão sumarizados na Tabela 02.

Tabela 02: Regiões formadas para comparar a flora de macroalgas com a flora encontrada na Serra da Prata, região geográfica e/ou bioma de origem, seguida de código para identificação, códigos/números dos pontos de amostragem encontrados no trabalho original e a referência de onde foi extraída a informação.

---

|                                              |                                                                                                          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Localização das regiões comparadas:          |                                                                                                          |
| Região Noroeste de São Paulo:                |                                                                                                          |
| <b>RN – 01</b>                               | porção oeste, pontos 01, 02, 03, 04, 05, 09, 10, 11 (NECCHI JÚNIOR et al., 1997).                        |
| <b>RN – 02</b>                               | porção noroeste, pontos 06, 07, 08, 13, 14, 15, 16, 17 (NECCHI JÚNIOR et al., 1997).                     |
| <b>RN – 03</b>                               | porção sul, pontos 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 (NECCHI JÚNIOR et al., 1997).                          |
| <b>RN – 04</b>                               | porção nordeste, pontos 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 (NECCHI JÚNIOR et al., 1997).                     |
| <b>RN – 05</b>                               | próximo a cidade de São José do Rio Preto, pontos B1, B2, B3, RP2, RP3, SJD1, SJD2, SJD3 (BRANCO, 1996). |
| Mata Atlântica de São Paulo:                 |                                                                                                          |
| <b>MA – 06</b>                               | litoral norte, pontos 09, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 19 (BRANCO, 1995).                                     |
| <b>MA – 07</b>                               | ilhas, pontos 21, 22, 23, 47, 49, 50, 51, 52 (BRANCO, 1995).                                             |
| <b>MA – 08</b>                               | litoral central, pontos 25, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 35 (BRANCO, 1995).                                   |
| <b>MA – 09</b>                               | litoral sul, pontos 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46 (BRANCO, 1995).                                       |
| Floresta Subtropical de São Paulo:           |                                                                                                          |
| <b>FS – 10</b>                               | pontos 02, 03, 04, 05, 07, 09, 10, 13 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000).                             |
| Riachos de águas duras de São Paulo:         |                                                                                                          |
| <b>AD – 11</b>                               | porção norte, pontos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000).               |
| <b>AD – 12</b>                               | porção sul, pontos 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000).                 |
| Cerrado de São Paulo:                        |                                                                                                          |
| <b>CE – 13</b>                               | porção norte, pontos 01, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000).               |
| <b>CE – 14</b>                               | porção sul, pontos 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000).                 |
| Floresta Pluvial tropical de São Paulo:      |                                                                                                          |
| <b>FP – 15</b>                               | porção oeste, pontos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000).               |
| <b>FP – 16</b>                               | porção leste, pontos 09, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 19 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000).               |
| Região centro-oeste do Paraná:               |                                                                                                          |
| <b>CO – 17</b>                               | porção central, pontos 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 (BRANCO; KRUPEK; PERES, a em análise).             |
| <b>CO – 18</b>                               | porção oeste, pontos 06, 07, 08, 10, 11, 12, 13, 14 (BRANCO; KRUPEK; PERES, a em análise).               |
| Bacia do Rio das Pedras, Guarapuava, Paraná: |                                                                                                          |
| <b>RP – 19</b>                               | porção sul, pontos 01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 17 (KRUPEK, 2006).                                        |
| <b>RP – 20</b>                               | porção norte, pontos 09, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19 (KRUPEK, 2006).                                      |
| Flona de Irati, Paraná:                      |                                                                                                          |
| <b>FI – 21</b>                               | pontos 01, 02, 03, 04, 07, 08, 09, 10 (BRANCO et al., em análise).                                       |
| Serra da Canastra, Minas gerais:             |                                                                                                          |
| <b>SC – 22</b>                               | pontos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 09, 10 (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003).                             |

---

A análise foi baseada nos dados de presença/ausência, dos táxons identificados em nível específico, utilizando-se a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).

Todos os testes acima indicados foram realizados com uso dos pacotes estatísticos Statistica (Statsoft Software), NT-SYS (ROHLF, 1998), PC-ORD 4.0 (McCUNE; MEFFORD, 1999) e Minitab (RYAN; JOINER; RYAN, 1985).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

O levantamento taxonômico das macroalgas da Serra da Prata resultou na identificação de 19 táxons, os quais estão distribuídos em quatro divisões: Cyanobacteria, Chlorophyta, Heterokontophyta e Rhodophyta. Entre as divisões, Cyanobacteria foi a melhor representada com 58% dos táxons encontrados, seguida pelas divisões Chlorophyta com 21%, Rhodophyta e Heterokontophyta com 10,5% cada uma.

Os táxons mais amplamente distribuídos na Serra da Prata foram *Microcoleus subtorulosus* (que ocorreu em 9 amostragens), *Phormidium aerugineo-caeruleum* (8 amostragens) e o estágio ‘Chantransia’ de *Batrachospermum* spp. (6 amostragens).

Todos os tipos morfológicos (segundo a definição de SHEATH e COLE, 1992), exceto pseudoparênquimas foram encontrados no presente estudo. A proporção de cada tipo foi a seguinte: emaranhados de filamentos (42% dos táxons), filamentos livres (21%), colônias gelatinosas (16%), incrustantes (11%), tufos (5%) e filamentos gelatinosos (5%).

Todas as espécies encontradas já foram descritas pela ciência e já foram citadas para ambientes lóticos brasileiros. Por outro lado, algumas trataram de primeiros registros para o estado do Paraná, são elas: *Blennothrix komarekii*, *Tolypothrix tenuis*, *Zygogonium ericetorum*, *Vaucheria geminata* e *Batrachospermum ambiguum*.

Algumas espécies encontradas no presente estudo, mesmo sendo previamente reportadas para ambientes lóticos brasileiros, podem ser consideradas de ocorrência rara, de forma que na maioria das vezes, seu registro estava restrito a um único ponto de amostragem no país, quais sejam: *Blennothrix komarekii*, *Nostoc verrucosum*, *Symplocastrum friesii*, *Tolypothrix tenuis* e *Zygogonium ericetorum*.

### 3.1.1 Chave para Identificação dos Táxons Encontrados na Serra da Prata

#### 1. Células procariontes, sem cloroplastos:

##### 2. Tricomas heterocitados:

##### 3. Talo formado por tufo ou emaranhados de filamentos:

4. Filamentos com falsas ramificações somente unilaterais que se formam próximas a um heterocito basal .....*Tolypothrix tenuis*

4'. Filamentos com falsas ramificações unilaterais e duplas, heterocitos intercalares.....*Scytonema arcangeli*

##### 3'. Talo lobado ou irregular, formado por filamentos imersos em uma mucilagem colonial:

5. Tricomas ramificados, heterocitos pedicelados .....  
.....*Nostochopsis lobatus*

5'. Tricomas não ramificados, heterocitos intercalares ou terminais:

6. Talo globoso e firme, com os tricomas irradiando mais ou menos paralelamente do centro para a periferia .....  
.....*Nostoc verrucosum*

6'. Talo irregular e macio, com os tricomas densamente emaranhados .....*Nostoc* sp.

##### 2'. Tricomas homocitados:

7. Talo incrustante, células em fileiras ou em grupos irregulares .....  
.....*Pleurocapsa fluviatilis*

##### 7'. Talo formado por emaranhados de filamentos, tricomas unisseriados.

8. Mais de um tricoma (às vezes muitos), paralelos ou torcidos, dentro de um único filamento, célula apical cônico-arredondada ou cônico-aguda:

9. Filamentos de bainha aberta no ápice, com (2-)5–30 tricomas.....*Microcoleus subtorulosus*

9'. Filamentos de bainha fechada no ápice, com 1–5 tricomos .....*Symplocastrum friesii*

8'. Um único tricoma por filamento, ou vários tricomas curtos em série:

10. Filamentos com várias falsas ramificações, tricomas desintegrados em segmentos curtos em série .....

.....*Blennothrix komarekii*

10'. Filamentos sem falsas ramificações, tricomas longos, célula apical truncada ou arredondada:

11. Tricomos com 2,1–5,8(-7,0) µm diâm. ....

.....*Phormidium aerugineo-caeruleum*

11'. Tricomos com 6,0–9,0 µm diâm. ....

.....*Phormidium retzii*

1'. Células eucariontes, com um ou mais cloroplastos:

12. Cloroplastos avermelhados ou azul avermelhados:

13. Filamentos ramificados, verticilados, imersos em uma matriz gelatinosa .....*Batrachospermum ambiguum*

13'. Filamentos ramificados uniformemente formando tufos, sem matriz de mucilagem .....Estágio 'Chantransia'

12'. Cloroplastos verdes ou acastanhados:

14. Colônias dendróides.....*Ecballocystis pulvinata* var. *pulvinata*

14'. Filamentos unisseriados:

15. Filamentos ramificados não septados, sifonáceos .....

.....*Vaucheria geminata*

15'. Filamentos não ramificados, septados, não sifonáceos:

16. Cloroplastos verde acastanhados, parede celular ornamentada, vista transversal duplo-triangular .....

.....*Hydrosera whampöensis* var. *whampöensis*

16'. Cloroplastos verdes, células cilíndricas, vista transversal circular:

17. Cloroplastos em forma de fitas parietais espiraladas .....*Spirogyra* sp.

17'. Cloroplastos estrelados ou discóides, dois por célula:

18. Cloroplastos predominantemente estrelados, estéreis .....*Zygnema* sp.

18'. Cloroplastos predominantemente discóides, com tubos de conjugação escalariforme, zigósporos com 15-22 µm diâm .....*Zygogonium ericetorum*.

### 3.1.2 Descrição dos Táxons Encontrados na Serra da Prata

Os táxons encontrados na Serra da Prata, seus tipos morfológicos, e os pontos de amostragem onde ocorreram estão sumarizados na Tabela 03. A seguir são apresentadas as descrições dos táxons, comentários taxonômicos (quando necessário), pontos de amostragem onde ocorreram e características físicas e químicas dos riachos (quando possível).

Tabela 03: Lista dos táxons encontrados na Serra da Prata no estudo taxonômico, seguida do tipo morfológico a que pertencem, os pontos de amostragem e a estação que os mesmos foram coletados.

| TÁXONS E TIPOS MORFOLÓGICOS <sup>1</sup>                  | PONTOS DE AMOSTRAGEM <sup>2</sup>             |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Cyanobacteria</b>                                      |                                               |
| <i>Blennothrix komarekii</i> (EM)                         | 04v; 06v; 07v                                 |
| <i>Microcoleus subtorulosus</i> (EM)                      | 02i; 02v; 05i; 06i; 06v; 07i; 08v; 11pf; 12pf |
| <i>Nostoc verrucosum</i> (CG)                             | 01i; 01v                                      |
| <i>Nostoc</i> sp. (CG)                                    | 04i                                           |
| <i>Nostochopsis lobatus</i> (CG)                          | 02v                                           |
| <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (EM)                | 03v; 04v; 05vf; 06v; 07i; 07v; 08v; 13pf      |
| <i>Phormidium retzii</i> (EM)                             | 01i; 05vf                                     |
| <i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (IN)                       | 06v                                           |
| <i>Scytonema arcangeli</i> (EM)                           | 01vf                                          |
| <i>Symplocastrum friesii</i> (EM)                         | 01vf                                          |
| <i>Tolypothrix tenuis</i> (EM)                            | 13pf                                          |
| <b>Chlorophyta</b>                                        |                                               |
| <i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (IN) | 01i; 03i; 03v                                 |

Tabela 03: *continuação*

|                                                           |                                 |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <i>Spirogyra</i> sp. (FL)                                 | 03i; 14pf                       |
| <i>Zygnema</i> sp. (FL)                                   | 01if; 01vf; 03v                 |
| <i>Zygogonium ericetorum</i> (FL)                         | 10pf                            |
| <b>Heterokontophyta</b>                                   |                                 |
| <i>Hydrosera whampöensis</i> var. <i>whampöensis</i> (FL) | 04i                             |
| <i>Vaucheria geminata</i> (EM)                            | 05if; 05vf                      |
| <b>Rhodophyta</b>                                         |                                 |
| <i>Batrachospermum ambiguum</i> (FG)                      | 05i                             |
| 'Chantransia' (TU)                                        | 01if; 01vf; 05v; 07v; 08i; 09pf |

(1). EM = Emaranhados de filamentos; FL = Filamentos livres; FG = Filamentos gelatinosos; CG = Colônias gelatinosas; IN = Incrustantes e; TU = Tufos.

(2). A letra que segue o número do ponto de amostragem refere-se à estação (**i**: inverno; **p**: primavera e; **v**: verão). A letra “**f**” após a estação significa que a espécie foi coletada fora da transeção ou em coletas qualitativas, e portanto, não possui dados físico-químicos do respectivo riacho onde foi encontrada.

### 3.1.3 Divisão Cyanobacteria

*Blennothrix komarekii* Branco et Montejano

(FIGURA 03)

Algolog. Stud. **121**. 2006.

Talo formado por filamentos densamente emaranhados, de coloração verde brilhante ou azul brilhante; filamentos longos, curvados, ricamente pseudo-ramificados, ramificações geminadas; bainha fina no ápice, incolor, espessa na base, castanha; tricomas 6,3–10,2 µm diâm., levemente constrictos nos septos, levemente atenuados para o ápice; células mais curtas que largas, 2,1–4,5 µm compr.; compr./diâm. 0,3–0,7; conteúdo celular azul brilhante ou azul pálido, finamente granulado; célula apical cônica ou arredondada, sem caliptra.

Material examinado: UPCB 53123; UPCB 53127 e UPCB 53129.

Comentários: Esta espécie foi recentemente descrita por BRANCO e MONTEJANO (2006) através de materiais do Estado de São Paulo e do México, sendo este, portanto, o segundo registro histórico da espécie.

Distribuição na Serra da Prata: 04v, 06v, 07v.

Características dos riachos (N=3): temperatura da água 21,7–23,3 °C ( $\bar{x}$ =22,5); condutividade específica 25–28 µS.cm<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =26); pH 6,6–6,8 ( $\bar{x}$ =6,7); oxigênio dissolvido 5,7–6,9 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =6,4); turbidez 1–3 NTU ( $\bar{x}$ =2,3); velocidade média da

correnteza 53,7–107,9 cm.s<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =78,9); profundidade média 31,0–38,2 cm ( $\bar{x}$ =34,8); N total 0,1–0,5 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,267); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> <1,0–2,1 mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub>-N <0,25–0,52 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 0,008–0,031 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,018); NH<sub>4</sub>-N 0,005–0,022 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,014); P total 0,03–0,07 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,047); PO<sub>4</sub> 0,04–0,13 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,073); PO<sub>4</sub>-P 0,01–0,05 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,027); Ferro 0,3–0,6 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,4); Potássio 0,06–0,8 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,7); Cálcio 0–74 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =26,67); Cor 0,6–0,7 m<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,667); substrato rochoso; sombreamento: C e D.

*Microcoleus subtorulosus* Gomont ex Gomont

**(FIGURAS 04-05)**

Ann. Sci. Nat. Bot. Sér. 7, **15**: 360, 1892.

Talo formado por filamentos emaranhados, epifítico em briófitas ou aderido ao substrato rochoso, coloração azul esverdeada a azul escura, filamentos (27,0–)50,0–132,0 µm diâm.; (2–)5–30 tricomas paralelos ou torcidos por bainha; bainha nem sempre visível, castanha ou hialina, espessa e com lamelação paralela; tricomas constrictos nos septos, 6,0–8,5 µm diâm.; células mais curtas que largas até quadráticas, (2,3–)5,0–9,0 µm compr.; compr./diâm. 0,3–1,2; célula apical cônico-arredondada ou cônico-aguda, (3,2–)6,5–13 µm compr.

Material examinado: UPCB 53118; UPCB 53119; UPCB 53124; UPCB 53126; UPCB 53127; UPCB 53128; UPCB 53131; UPCB 53134 e UPCB 53135.

Comentários: O material encontrado no presente estudo apresentou diâmetro do filamento maior do que o descrito por BRANCO, NECCHI JÚNIOR e BRANCO (1999): 15,0–50,0 µm. Entretanto, essa é uma característica muito variável dentro da espécie e todas as outras características estão de acordo com a descrição. O gênero *Microcoleus* DESMAZIÉRES ex GOMONT se parece muito com *Hydrocoleum* KÜTZING ex GOMONT, sendo que suas diferenças se restringem a uma fina estriação na bainha do último. KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS (2005) sugerem que estes gêneros devem ser revisados por métodos modernos para uma melhor separação.

Distribuição na Serra da Prata: 02i, 02v, 05i; 06i; 06v; 07i; 08v; 11pf, 12pf.

Características dos riachos (N=7): temperatura da água 19,8–23,2 °C ( $\bar{x}$ =21,3); condutividade específica 27–39 µS.cm<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =34); pH 6,5–7,0 ( $\bar{x}$ =6,7); oxigênio

dissolvido 5,0–6,9 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =5,7); turbidez 0–3 NTU ( $\bar{x}$ =1,7); velocidade média da correnteza 7,4–98,0 cm.s<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =45,6); profundidade média 11,8–56,7 cm ( $\bar{x}$ =25,1); N total 0,3–1,3 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,63); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> <1–1,6 mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub>-N <0,25–0,50 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> <0,01–0,049 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>-N <0,01–0,036 mg.L<sup>-1</sup>; P total <0,05–0,09 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub> 0,03–0,18 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,094); PO<sub>4</sub>-P 0,01–0,06 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,028); Ferro 0,02–0,49 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,137); Potássio 0,7–1,2 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,867); Cálcio 0–29 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =10,71); Cor 0,3–1,4 m<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,643); substrato arenoso a rochoso; sombreamento: D.

*Nostoc verrucosum* Vaucher ex Bornet et Flahault

**(FIGURAS 06-07)**

Histoire des Converves d'eau douce, **225**, pl. 16, fig. 3, 1803.

Talo formado por colônia gelatinosa lobada, dura, aderida ao substrato, com superfície irregular; camada externa mais compacta que a interna; 1–5(7) mm diâm.; filamentos dispostos de forma mais ou menos paralela ao centro da colônia, e densamente emaranhados na periferia; bainha distinta na periferia, amarela ou hialina; tricomas 3,0–5,0 µm diâm.; células curtas, doliformes, subesféricas, 3,0–4,2 µm compr.; compr./diâm. 0,7–1,3; heterocitos esféricos, 5,0–8,5 µm compr., 5,0–8,2 µm diâm.; compr./diâm. 0,8–1,2; acinetos não observados.

Material examinado: UPCB 53116 e UPCB 53117.

Distribuição na Serra da Prata: 01i; 01v.

Características dos riachos (N=2): temperatura da água 20,0–22,2 °C ( $\bar{x}$ =21,1); condutividade específica 23–30 µS.cm<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =26); pH 5,7–6,9 ( $\bar{x}$ =6,3); oxigênio dissolvido 5,9–6,5 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =6,2); turbidez 0–1 NTU ( $\bar{x}$ =0,5); velocidade média da correnteza 59,7–230,0 cm.s<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =144,8); profundidade média 5,8–29,0 cm ( $\bar{x}$ =17,4); N total 0,4–0,6 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,5); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> <0,2–0,2 mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub>-N <0,05–0,05 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 0,016–0,138 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,077); NH<sub>4</sub>-N 0,012–0,103 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,057); P total <0,03–0,03 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub> 0,01–0,03 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,020); PO<sub>4</sub>-P 0–0,01 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,005); Ferro 0,1 mg.L<sup>-1</sup>; Potássio 0,6 mg.L<sup>-1</sup>; Cálcio 8–22 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =15); Cor 0,2–0,5 m<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,3); substrato rochoso; sombreamento: C.

*Nostoc* sp.

**(FIGURAS 08-09)**

Talo formando colônia gelatinosa irregular, macia, com 1-2(3) mm diâm.; filamentos compridos, densamente emaranhados, bainha indistinta, hialina; tricomas 3,0–6,0  $\mu\text{m}$  diâm.; células curtas doliformes, subesféricas, 3,0–7,0  $\mu\text{m}$  compr.; compr./diâm. 0,7–1,8; heterocitos esféricos, 4,0–6,0  $\mu\text{m}$  compr., 4,0–6,0  $\mu\text{m}$  diâm.; acinetos não observados.

Material examinado: UPCB 53122.

Comentários: A falta de acinetos no material encontrado impossibilitou a identificação em nível específico.

Distribuição na Serra da Prata: 04i.

Característica do riacho (N=1): temperatura da água 20,3 °C; condutividade específica 30  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ; pH 6,9; oxigênio dissolvido 5,8  $\text{mg.L}^{-1}$ ; turbidez 0 NTU; velocidade média da correnteza 84,0  $\text{cm.s}^{-1}$ ; profundidade média 84,0 cm; N total 0  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^-$  1,4  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3\text{-N}$  0,18  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+$  <0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4\text{-N}$  <0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ; P total <0,05  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4$  1,86  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4\text{-P}$  0,46  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Ferro 0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Potássio 0,9  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cálcio 11  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cor 0,4  $\text{m}^{-1}$ ; substrato rochoso; sombreamento: C.

*Nostochopsis lobatus* Wood ex Bornet et Flahault

**(FIGURA 10)**

Ann. Sci. Nat. Bot. Sér. 7, **5**: 80, 1887.

Talo formado por colônia gelatinosa vesiculosa, lobada, de coloração verde-azulada; bainha hialina, homogênea; tricomas flexuosos, constrictos nos septos, 3,0–6,0  $\mu\text{m}$  diâm.; ramificações abundantes, flexuosas, freqüentemente mais largas na base do que no ápice; células mais compridas que largas, 6,0–12  $\mu\text{m}$  compr.; compr./diâm. 1,2–2,4; heterocitos arredondados ou cônicos, laterais pedicelados ou intercalares, 5,0–8,0  $\mu\text{m}$  diâm.

Material examinado: UPCB 53119.

Distribuição na Serra da Prata: 02v.

Características do riacho (N=1): temperatura da água 22,4 °C; condutividade específica 32  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ; pH 6,5; oxigênio dissolvido 5,5  $\text{mg.L}^{-1}$ ; turbidez 3 NTU; velocidade média da correnteza 7,4  $\text{cm.s}^{-1}$ ; profundidade média 56,7 cm; N total 0,7

mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 1,2 mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub>-N 0,5 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> <0,01 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>-N <0,01 mg.L<sup>-1</sup>; P total 0,04 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub> 0,08 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub>-P 0,03 mg.L<sup>-1</sup>; Ferro 0,05 mg.L<sup>-1</sup>; Potássio 0,8 mg.L<sup>-1</sup>; Cálcio 7 mg.L<sup>-1</sup>; Cor 0,5 m<sup>-1</sup>; substrato arenoso; sombreamento: D.

*Phormidium aerugineo-caeruleum* (Gomont) Anagnostidis et Komárek (**FIGURA 11**)  
Algolog. Stud. **50 – 53**: 407, 1988.

Talo formando emaranhado de coloração azul esverdeada a azul escura; filamentos 2,8–6,1(-9,8) µm diâm.; bainha hialina, fina, homogênea, às vezes ausente; tricomas não constrictos ou em raros casos fracamente constrictos nos septos, 2,1–5,8(-7,0) µm diâm.; células mais curtas ou mais longas que largas, 1,2–4,2 µm compr.; compr./diâm. (0,3)0,5–1,3(-2,0); conteúdo celular azul brilhante com pequenos e grandes grânulos azul esverdeados; célula apical truncada ou arredondada, 1,9–5,0 µm compr.

Material examinado: UPCB 53121; UPCB 53123; UPCB 53127; UPCB 53128; UPCB 53129; UPCB 53131; UPCB 53136 e UPCB 53141.

Comentários: A população do ponto 07 teve maior diâmetro do tricoma e do filamento, comparada com as outras populações registradas na área de estudo. Porém, todas as populações estiveram de acordo com a descrição da espécie, e portanto, foram identificadas como *P. aerugineo-caeruleum*.

Distribuição na Serra da Prata: 03v; 04v; 05vf; 06v; 07i; 07v; 08v; 13pf.

Características dos riachos (N=6): temperatura da água 20,8–23,9 °C ( $\bar{x}$ =22,6); condutividade específica 28–41 µS.cm<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =34); pH 6,6–7,0 ( $\bar{x}$ =6,8); oxigênio dissolvido 5,2–6,9 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =6,0); turbidez 0-3 NTU ( $\bar{x}$ =2); velocidade média da correnteza 19,0–107,9 cm.s<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =76,0); profundidade média 17,8–38,2 cm ( $\bar{x}$ =30,5); N total 0,1-0,5 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,3); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> <1–2,1 mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub>-N <0,25–0,52 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> <0,01–0,09 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>-N <0,01–0,18 mg.L<sup>-1</sup>; P total <0,05–0,07 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub> 0,01-0,13 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,048); PO<sub>4</sub>-P 0-0,05 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,018); Ferro 0,01-0,06 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,033); Potássio 0,6-0,8 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,7); Cálcio 0-74 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =16,33); Cor 0,1-0,7 m<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,483); substrato rochoso; sombreamento: C e D.

*Phormidium retzii* (C. Agardh) Gomont ex Gomont

(FIGURA 12)

Ann. Sci. Nat. Bot., Sér. 7, **16**: 175, 1892.

Talo formando emaranhado de coloração azul esverdeada a azul escura; filamentos 7,4–11,0  $\mu\text{m}$  diâm.; bainha hialina, fina, às vezes ausente; tricomas não contrictos nos septos, 6,0–9,0  $\mu\text{m}$  diâm.; células mais curtas que largas, 3,0–6,0  $\mu\text{m}$  compr.; compr./diâm 0,4–0,8; conteúdo celular azul com pequenos grânulos; célula apical truncada ou arredondada, 3,1–8,0  $\mu\text{m}$  compr.

Material examinado: UPCB 53116 e UPCB 53141.

Comentários: Esta espécie tem uma ampla distribuição mundial, sendo apresentada como a mais bem distribuída em vários estudos como o realizado em 1000 segmentos de riachos na América do Norte (SHEATH; COLE, 1992) e aquele conduzido em 172 riachos no Estado de São Paulo (NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000). GEITLER (1932) e BRANCO, NECCHI JÚNIOR e BRANCO (1999) comentam que esta espécie apresenta certa variabilidade nas características morfométricas e que existem várias incertezas sobre esta espécie, e que provavelmente a mesma é representada por vários táxons sob uma única denominação.

Distribuição na Serra da Prata: 01i, 05vf.

Características dos riachos (N=1): temperatura da água 20,0 °C; condutividade específica 30  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ; pH 6,9; oxigênio dissolvido 6,5  $\text{mg.L}^{-1}$ ; turbidez 0 NTU; velocidade média da correnteza 230  $\text{cm.s}^{-1}$ ; profundidade média 5,8 cm; N total 0,4  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^-$  0,2  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3\text{-N}$  0,05  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+$  0,138  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4\text{-N}$  0,103  $\text{mg.L}^{-1}$ ; P total <0,05  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4$  0,03  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4\text{-P}$  0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Ferro 0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Potássio 0,6  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cálcio 8  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cor 0,5  $\text{m}^{-1}$ ; substrato rochoso; sombreamento: C

*Pleurocapsa fluviatilis* Lagerheim

(FIGURA 13)

Notarisia, **3**: 430, 1888.

Talo incrustante, firme, hemisférico, de coloração azul escura; filamentos curtos, radiados ou paralelos; células esféricas ou poligonais, 4,2–6,9  $\mu\text{m}$  diâm., 2,7–4,8  $\mu\text{m}$  compr.; principalmente mais largas do que longas; comp./diâm. 0,6–0,8; bainha incolor; esporângios não observados.

Material examinado: UPCB 53127.

Distribuição na Serra da Prata: 06v.

Características do riacho (N=1): temperatura da água 22,6 °C; condutividade específica 27  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ; pH 6,6; oxigênio dissolvido 6,9  $\text{mg.L}^{-1}$ ; turbidez 3 NTU; velocidade média da correnteza 75,1  $\text{cm.s}^{-1}$ ; profundidade média 31,0 cm; N total 0,1  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^-$  <1,0  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3\text{-N}$  <0,25  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+$  0,031  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4\text{-N}$  0,022  $\text{mg.L}^{-1}$ ; P total 0,04  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4$  0,05  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4\text{-P}$  0,02  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Ferro 0,03  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Potássio 0,8  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cálcio 0  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cor 0,7  $\text{m}^{-1}$ ; substrato rochoso; sombreamento: D.

*Scytonema arcangeli* Bornet et Flahault

**(FIGURA 14)**

Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. 7, **5**: 92, 1886.

Talo formado por filamentos prostrados, de coloração verde azulada ou castanha; filamentos com raras ramificações, 9,9–13,8  $\mu\text{m}$  diâm.; falsas ramificações simples e duplas; bainha hialina, espessa, às vezes com lamelação paralela e ondulada nas margens; tricomas não constrictos ou levemente constrictos, 6,1–9,5  $\mu\text{m}$  diâm.; células mais compridas que largas, 6,4–15,4  $\mu\text{m}$  compr.; compr./diâm. 1,0–2,0; conteúdo celular granuloso, verde azulado; heterocitos raros, quadrados ou cilíndricos, 8,7–16,3  $\mu\text{m}$  compr., 6,0–10,0  $\mu\text{m}$  diâm.; hormogônios presentes.

Material examinado: UPCB 53139.

Comentários: As falsas ramificações duplas, que são características fundamentais na caracterização do gênero, foram pouco frequentes na população encontrada no presente estudo.

Distribuição na Serra da Prata: 01vf.

*Symplocastrum friesii* (C. Agardh) Forti

**(FIGURA 15)**

Syll. Myxoph.: **347**, 1907.

Talo formado por filamentos emaranhados, prostrados, de coloração verde a castanha; 1–5 tricomas paralelamente arranjados por bainha; bainha espessa, hialina, afunilada e fechada no ápice, 10,6–22,3  $\mu\text{m}$  diâm.; tricomas constrictos nos septos, 4,2–5,7  $\mu\text{m}$

diâm.; células mais compridas que largas, 4,6–7,7 µm compr.; compr./diâm. 1,0–1,6; conteúdo celular verde brilhante, com grandes grânulos; célula apical cônica ou cilíndrica com ápice arredondado, 7,2–10,2 µm compr.

Material examinado: UPCB 53139.

Comentários: BRANCO, NECCHI JÚNIOR e BRANCO (1999) e KRUPEK (2006), descreveram o mesmo material como *Schizothrix friesii* (C. AGARDH) GOMONT, porém, KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS (2005) transferiram esta e outras espécies do gênero *Schizothrix* para *Symplocastrum*, sendo que, neste mesmo trabalho os autores comentam que os materiais brasileiros deveriam ser revisados. O material encontrado no presente estudo seguiu a proposição de KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS (2005).

Distribuição na Serra da Prata: 01vf.

*Tolypothrix tenuis* Kützing

**(FIGURA 16)**

Phyc. gene. **228**, 1843.

Talo formado por uma massa de filamentos, 7,0–11,0 µm diâm.; falsas ramificações simples, longas, freqüentes e paralelas; bainha com lamelação paralela, hialina; tricomas fracamente constrictos nos septos, 5,0–9,0 µm diâm.; células mais curtas que largas, 4,0–5,0 µm compr.; compr./ diâm. 0,6–1,0; conteúdo celular azul brilhante, granuloso; heterocitos basais ou intercalares, cônicos ou arredondados, 7,0–11,0 µm compr. e 5,0–11,0 µm diâm., compr./diâm. 1,0–1,8.

Material examinado: UPCB 53136.

Comentários: Nosso material apresentou, como peculiaridade, as falsas ramificações sempre em posição paralela ao tricoma e não em posição oblíqua como é freqüentemente apresentado na literatura. Embora esta distinção tenha sido muito evidente, esse traço morfológico não é aparentemente relevante para invalidar a identificação específica.

Distribuição na Serra da Prata: 13pf.

### 3.1.4 Divisão Chlorophyta

*Ecballocystis pulvinata* Bohlin var. *pulvinata*

(FIGURA 17)

Sv. Vet.-Akad. Hand., **23** (7): 7, 1897.

Colônia formada por numerosos ramos eretos, dendróides, fortemente agregados; base obcônica ou alargada, 1-3(4) mm diâm.; células obcônicas, 9,0–14,8 µm diâm., 19,0–34,5 µm compr.; compr./diâm. 1,5–3,0; cloroplastos 5–8, parietais, discóides; somente duas células filhas formadas após a divisão celular; paredes gelatinizadas das gerações mais antigas acumulando-se sob as células resultando em arranjo estratificado típico.

Material examinado: UPCB 53116; UPCB 53120 e UPCB 53121.

Comentários: Esta espécie foi descrita a partir de material do Rio Grande do Sul em 1897, somente depois de quase 100 anos ela voltou a ser descrita por BRANCO e NECCHI (1996a) na Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Trabalhos posteriores também registram a ocorrência desta espécie (*e.g.* KRUPEK, 2006; BRANCO; KRUPEK; PERES, a em análise) em riachos do Sul e Sudeste do Brasil sugerindo que esta espécie tem uma distribuição geográfica muito mais ampla do que inicialmente reportado.

Distribuição na Serra da Prata: 01i, 03i, 03v.

Características dos riachos (N=3): temperatura da água 20,0–23,9 °C ( $\bar{x}$ =21,3); condutividade específica 27-30 µS.cm<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =29); pH 6,9–7,0 ( $\bar{x}$ =7,0); oxigênio dissolvido 6,1–7,0 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =6,5); turbidez 0-2 NTU ( $\bar{x}$ =1); velocidade média da correnteza 85,0–230,0 cm.s<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =139,0); profundidade média 5,8–34,0 cm ( $\bar{x}$ =23,9); N total 0,4-0,5 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,43); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 0,2-1,1 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,5); NO<sub>3</sub>-N <0,25–0,39 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> <0,01–0,138 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>-N 0-0,103 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,043); P total <0,05–0,2 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub> 0,01-0,03 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,023); PO<sub>4</sub>-P 0-0,01 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,007); Ferro 0,01 mg.L<sup>-1</sup>; Potássio 0,6-0,7 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,633); Cálcio 3-8 mg.L<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =6); Cor 0,1-0,5 m<sup>-1</sup> ( $\bar{x}$ =0,333); substrato rochoso; sombreamento: C.

*Spirogyra* sp.

(FIGURA 18)

Filamentos com células cilíndricas, 57,5–250,0  $\mu\text{m}$  compr., 17,1–42,5  $\mu\text{m}$  diâm.; compr./diâm. 1,1–1,8; cloroplastos em forma de hélice, parietais; zigósporos não observados.

Material examinado: UPCB 53120 e UPCB 53137.

Comentários: A grande amplitude no tamanho das células das duas populações permite inferir que deve se tratar de mais de uma espécie. Porém, neste gênero, os zigósporos (estruturas reprodutivas) são fundamentais para a identificação em nível específico, e os mesmos não foram encontrados nos espécimes coletados. Sendo assim, as identificações são apresentadas em nível de gênero como um único grupo vegetativo.

Distribuição na Serra da Prata: 03i, 14pf.

Características do riacho (N=1): temperatura da água 20,0 °C; condutividade específica 30  $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ ; pH 7,0; oxigênio dissolvido 7,0  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ; turbidez 1 NTU; velocidade média da correnteza 85,0  $\text{cm}.\text{s}^{-1}$ ; profundidade média 31,8 cm; N total 0,5  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^-$  0,2  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3\text{-N}$  <0,25  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+$  <0,01  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4\text{-N}$  0  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ; P total <0,05  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4$  0,03  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4\text{-P}$  0,01  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ; Ferro 0,01  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ; Potássio 0,7  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ; Cálcio 7  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ ; Cor 0,4  $\text{m}^{-1}$ ; substrato rochoso; sombreamento: C.

*Zygnema* sp.

(FIGURA 19)

Filamentos com células cilíndricas, 18,6–87,5  $\mu\text{m}$  compr., 17,1–45,0  $\mu\text{m}$  diâm.; compr./ diâm. 0,9–3,0; dois cloroplastos estrelados com um pirenóide cada um.

Material examinado: UPCB 53138; UPCB 53139 e UPCB 53121.

Comentários: Neste gênero os zigósporos (estruturas reprodutivas) são fundamentais para a identificação em nível específico. Em nosso material não foram encontrados espécimes férteis, sendo que as identificações são apresentadas em nível de gênero como grupos vegetativos. Espécimes estéreis do gênero *Zygogonium* KÜTZING se assemelham muito com os de *Zygnema* C. AGARDH, sendo que sua característica distintiva mais evidente refere-se à forma dos cloroplastos, discóide nos primeiros e estrelado nos últimos. Porém, no material encontrado no presente estudo, notam-se cloroplastos estrelados e discóides em um mesmo filamento, fato que sugere que esta

característica não é plenamente confiável. A identificação das populações encontradas, como *Zygnema* sp., deve-se à predominância de cloroplastos do tipo estrelado. Portanto, sugere-se que estudos taxonômicos mais complexos sejam realizados com estes gêneros na busca de uma delimitação que permita uma separação confiável dos mesmos, ou se for o caso, que os mesmos sejam sinonimizados.

Distribuição na Serra da Prata: 01if, 01vf, 03v.

Características dos riachos (N=1): temperatura da água 23,9 °C; condutividade específica 27  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ; pH 7,0; oxigênio dissolvido 6,1  $\text{mg.L}^{-1}$ ; turbidez 2 NTU; velocidade média da correnteza 102,2  $\text{cm.s}^{-1}$ ; profundidade média 34,0 cm; N total 0,4  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^-$  1,1  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3\text{-N}$  0,39  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+$  0,036  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4\text{-N}$  0,028  $\text{mg.L}^{-1}$ ; P total 0,02  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4$  0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4\text{-P}$  0  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Ferro 0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Potássio 0,6  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cálcio 3  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cor 0,1  $\text{m}^{-1}$ ; substrato rochoso; sombreamento: C.

*Zygogonium ericetorum* Kützing

(FIGURA 20)

Phyc. gene. **446**, 1843.

Filamentos com células cilíndricas, 14,0–35,0  $\mu\text{m}$  compr., 14,0–22,0  $\mu\text{m}$  diâm.; compr./ diâm. 0,6–1,8; dois cloroplastos irregularmente arredondados com um pirenóide central em cada um; conjugação escalariforme; parede da célula em conjugação com espessamento formando peças em “H”; zigósporos arredondados, 15,4–22,0  $\mu\text{m}$  diâm.; parede espessa, lisa, castanha.

Material examinado: UPCB 53133.

Distribuição na Serra da Prata: 10pf.

### 3.1.5 Divisão Heterokontophyta

*Hydrosera whampöensis* (Schwartz) Deby var. *whampöensis*

(FIGURAS 21;23)

J. Microgr. **15**: 209, 1891.

Filamentos densamente emaranhados; valvas duplo-triangulares; ângulos arredondados com distintos campos de poros apicais; superfície valvar ornamentada por aréolas

irregulares; valvas com 78,2–89,0  $\mu\text{m}$  por 62,2–70,4  $\mu\text{m}$ ; células na vista pleural com 72,7–114,5  $\mu\text{m}$  compr. e 69,5–85,1  $\mu\text{m}$  diâm.

Material examinado: UPCB 53122.

Distribuição na Serra da Prata: 04i.

Características do riacho (N=1): temperatura da água 20,3 °C; condutividade específica 30  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ; pH 6,9; oxigênio dissolvido 5,8  $\text{mg.L}^{-1}$ ; turbidez 0 NTU; velocidade média da correnteza 84,0  $\text{cm.s}^{-1}$ ; profundidade média 41,5 cm; N total 0  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3^-$  1,4  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3\text{-N}$  0,18  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+$  <0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4\text{-N}$  <0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ; P total <0,05  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4$  1,86  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4\text{-P}$  0,46  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Ferro 0,01  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Potássio 0,9  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cálcio 11  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Cor 0,4  $\text{m}^{-1}$ ; substrato rochoso; sombreamento: C.

*Vaucheria geminata* (Vaucher) DE Candolle in Lamarck et De Candolle

**(FIGURA 22)**

Fl. Franç., **2**: 62, 1805.

Talo formado por emaranhados de filamentos, consistindo de filamentos cenocíticos esparsamente ramificados, 77,5–112,5  $\mu\text{m}$  diâm.; gametóforo constituído de 2 oogônios lateralmente dispostos a um anterídeo; pedúnculo ereto, curvo na parte distal, 100,0–125,0  $\mu\text{m}$  compr.; anterídeos circinados, tubulares, 60,0–85,0  $\mu\text{m}$  compr., 30,0–35,0  $\mu\text{m}$  diâm.; oogônios elipsóides a ovóides, 70,0–95,0  $\mu\text{m}$  compr., 70,0–85,0  $\mu\text{m}$  diâm. Oósporos não observados.

Material examinado: UPCB 53140 e UPCB 53141.

Comentários: Os espécimes coletados no mesmo ponto de amostragem no verão apresentaram-se estéreis, porém, por serem coletados no mesmo local e terem as mesmas características vegetativas foram também incluídos como *V. geminata*.

Distribuição na Serra da Prata: 05if, 05vf.

### 3.1.6 Divisão Rhodophyta

*Batrachospermum ambiguum* Montagne

(FIGURA 24-25)

Ann. Sci. Nat. Bot. **14**: 296, 1850.

Planta monóica, moderadamente mucilaginosa, ramificação irregular, abundante; verticilos doliformes, contíguos, 194–270 µm diâm.; internó com 89-118 µm compr.; ramos primários retos, com 6-9 células; células 8,0–19,8 µm compr., 3,8–5,8 µm diâm.; ramos secundários numerosos, retos, inclinados sobre o internó; espermatângios terminais, esféricos, 3,9–6,0 µm diâm.; ramo que sustenta o carpogônio torcido em hélice; filamentos bracteóides numerosos; tricogínio cilíndrico, pedicelado; carposporófito central, menor que o raio do verticilo; carposporângios com 5,6–7,5 µm diâm.

Material examinado: UPCB 53124.

Distribuição na Serra da Prata: 05i.

Características do riacho (N=1): temperatura da água 19,8 °C; condutividade específica 37 µS.cm<sup>-1</sup>; pH 6,6; oxigênio dissolvido 5,0 mg.L<sup>-1</sup>; turbidez 2 NTU; velocidade média da correnteza 68,0 cm.s<sup>-1</sup>; profundidade média 15,6 cm; N total 1,1 mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> <1,0 mg.L<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub>-N 0,12 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 0,049 mg.L<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>-N 0,036 mg.L<sup>-1</sup>; P total <0,05 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub> 0,18 mg.L<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub>-P 0,04 mg.L<sup>-1</sup>; Ferro 0,25 mg.L<sup>-1</sup>; Potássio 0,9 mg.L<sup>-1</sup>; Cálcio 29 mg.L<sup>-1</sup>; Cor 0,6 m<sup>-1</sup>; substrato rochoso; sombreamento: D.

Estágio ‘Chantransia’ de *Batrachospermum* spp.

(FIGURA 26)

Talo formado por tufos, de coloração azul avermelhada ou vermelha escura, células com 9,0 – 92,5 µm compr., 5,0 – 22,5 µm diâm.; monosporângios esféricos, 9,0 – 27,5 µm diâm.

Material examinado: UPCB 53138; UPCB 53139; UPCB 53125; UPCB 53129; UPCB 53130 e UPCB 53132.

Comentários: A grande variação métrica encontrada entre as diferentes populações na região de estudo sugere que as mesmas sejam a fase do ciclo de vida de diferentes

espécies de *Batrachospermum* spp., as quais só podem ser identificadas a partir de características morfológicas presentes no gametófito.

Distribuição na Serra da Prata: 01if; 01vf; 05v; 07v; 08i; 09pf.

Características dos riachos (N=3): temperatura da água 20,8–23,0 °C ( $\bar{x}$ =21,8); condutividade específica 28-41  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =33); pH 6,3–6,9 ( $\bar{x}$ =6,7); oxigênio dissolvido 5,1–6,0  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =5,6); turbidez 1-3 NTU ( $\bar{x}$ =1,7); velocidade média da correnteza 30,0–116,6  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =84,8); profundidade média 25,9–38,2 cm ( $\bar{x}$ =30,1); N total 0,1-0,5  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =0,27);  $\text{NO}_3^-$  <1,0–2,1  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NO}_3\text{-N}$  <0,25–0,52  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{NH}_4^+$  0,004-0,031  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =0,017);  $\text{NH}_4\text{-N}$  0,002-0,021  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =0,013); P total <0,05–0,07  $\text{mg.L}^{-1}$ ;  $\text{PO}_4$  0,04-0,13  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =0,073);  $\text{PO}_4\text{-P}$  0,01-0,05  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =0,023); Ferro 0,03-0,07 ( $\bar{x}$ =0,113)  $\text{mg.L}^{-1}$ ; Potássio 0,9-1,1  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =1); Cálcio 12-74  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =41,67); Cor 0,7-1,0  $\text{m}^{-1}$  ( $\bar{x}$ =0,833); substrato rochoso; sombreamento: D.

### 3.2 DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL E DINÂMICA TEMPORAL

#### 3.2.1 Variáveis Ambientais

Os resultados referentes à variação temporal das variáveis ambientais mensuradas na Serra da Prata encontram-se sumarizados nas Tabelas 04, 05 e 06 e representados graficamente na Figura 27.

Os valores dos nutrientes dissolvidos encontrados na Serra da Prata encontram-se sumarizados na Tabela 07.

Tabela 04: Valores globais e de cada estação (média e desvio padrão) das variáveis físicas e químicas mensuradas nos pontos de amostragem na Serra da Prata.

| Variáveis Ambientais                              | Global (N=16) | Inverno (N=8) | Verão (N=8) |
|---------------------------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| <b>Temperatura</b> (°C)                           | 21,5 ± 1,4    | 20,3 ± 0,4    | 22,8 ± 0,7  |
| <b>Condutividade</b> ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )    | 31,5 ± 5,3    | 34,1 ± 4,6    | 28,9 ± 4,9  |
| <b>Turbidez</b> (NTU)                             | 1,5 ± 1,2     | 0,6 ± 0,7     | 2,4 ± 0,9   |
| <b>pH</b>                                         | 6,7 ± 0,3     | 6,8 ± 0,2     | 6,5 ± 0,4   |
| <b>Oxigênio dissolvido</b> ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) | 5,9 ± 0,6     | 5,8 ± 0,8     | 6,0 ± 0,5   |
| <b>Velocidade</b> ( $\text{cm.s}^{-1}$ )          | 74,3 ± 53,9   | 71 ± 69,8     | 77,6 ± 36,4 |
| <b>Profundidade</b> (cm)                          | 27,7 ± 12,6   | 20,8 ± 11,6   | 34,6 ± 9,8  |

Tabela 05: Valores das variáveis físicas e químicas em cada ponto de amostragem da Serra da Prata no inverno.

| Inverno   |              |                                   |               |     |                                  |                                   |              |
|-----------|--------------|-----------------------------------|---------------|-----|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|           | Temp<br>(°C) | Cond<br>( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) | Turb<br>(NTU) | pH  | O2 diss<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Vel corr<br>(cm.s <sup>-1</sup> ) | Prof<br>(cm) |
| <b>01</b> | 20,0         | 30                                | 0             | 6,9 | 6,5                              | 230                               | 5,8          |
| <b>02</b> | 20,0         | 30                                | 0             | 6,5 | 6,4                              | 28                                | 11,8         |
| <b>03</b> | 20,0         | 30                                | 1             | 7,0 | 7,0                              | 85                                | 31,8         |
| <b>04</b> | 20,3         | 30                                | 0             | 6,9 | 5,8                              | 84                                | 41,5         |
| <b>05</b> | 19,8         | 37                                | 2             | 6,6 | 5,0                              | 68                                | 15,6         |
| <b>06</b> | 20,5         | 38                                | 1             | 6,9 | 5,1                              | 24                                | 16,4         |
| <b>07</b> | 20,8         | 37                                | 0             | 7,0 | 5,2                              | 19                                | 17,8         |
| <b>08</b> | 20,8         | 41                                | 1             | 6,9 | 5,1                              | 30                                | 25,9         |

Tabela 06: Valores das variáveis físicas e químicas em cada ponto de amostragem da Serra da Prata no verão.

| Verão     |              |                                   |               |     |                                  |                                   |              |
|-----------|--------------|-----------------------------------|---------------|-----|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|           | Temp<br>(°C) | Cond<br>( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) | Turb<br>(NTU) | pH  | O2 diss<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Vel corr<br>(cm.s <sup>-1</sup> ) | Prof<br>(cm) |
| <b>01</b> | 22,2         | 23                                | 1             | 5,7 | 5,9                              | 59                                | 29,0         |
| <b>02</b> | 22,4         | 32                                | 3             | 6,5 | 5,5                              | 7                                 | 56,7         |
| <b>03</b> | 23,9         | 27                                | 2             | 7,0 | 6,1                              | 102                               | 34,0         |
| <b>04</b> | 23,3         | 25                                | 3             | 6,7 | 6,6                              | 54                                | 35,2         |
| <b>05</b> | 23,0         | 30                                | 3             | 6,3 | 6,0                              | 117                               | 26,2         |
| <b>06</b> | 22,6         | 27                                | 3             | 6,6 | 6,9                              | 75                                | 31,0         |
| <b>07</b> | 21,7         | 28                                | 1             | 6,8 | 5,7                              | 108                               | 38,2         |
| <b>08</b> | 23,2         | 39                                | 3             | 6,8 | 5,7                              | 98                                | 26,7         |

Tabela 07: Valores dos nutrientes dissolvidos nos pontos de amostragem em ambas as estações na Serra da Prata (i = inverno e; v = verão).

|             | N<br>total<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Nitrato                                               |                                             | Amônio                                                |                                             | P total<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Ortofosfato                              |                                             | Fe<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | K<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Ca<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Cor<br>(m <sup>-1</sup> ) |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|             |                                     | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | NO <sub>3</sub> -N<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | NH <sub>4</sub> -N<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) |                                  | PO <sub>4</sub><br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | PO <sub>4</sub> -P<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) |                             |                            |                             |                           |
| <b>01 i</b> | 0,4                                 | 0,2                                                   | 0,05                                        | 0,138                                                 | 0,103                                       | <0,05                            | 0,03                                     | 0,01                                        | 0,01                        | 0,6                        | 8                           | 0,5                       |
| <b>02 i</b> | 0,6                                 | <0,1                                                  | <0,25                                       | <0,01                                                 | <0,01                                       | <0,05                            | 0,03                                     | 0,01                                        | 0,07                        | 0,7                        | 10                          | 0,5                       |
| <b>03 i</b> | 0,5                                 | 0,2                                                   | <0,25                                       | <0,01                                                 | 0,000                                       | <0,05                            | 0,03                                     | 0,01                                        | 0,01                        | 0,7                        | 7                           | 0,4                       |
| <b>04 i</b> | 0,0                                 | 1,4                                                   | 0,18                                        | <0,01                                                 | <0,01                                       | <0,05                            | 1,86                                     | 0,46                                        | 0,01                        | 0,9                        | 11                          | 0,4                       |
| <b>05 i</b> | 1,1                                 | <0,1                                                  | 0,12                                        | 0,049                                                 | 0,036                                       | <0,05                            | 0,18                                     | 0,04                                        | 0,25                        | 0,9                        | 29                          | 0,6                       |
| <b>06 i</b> | 1,3                                 | 1,6                                                   | <0,25                                       | 0,006                                                 | 0,003                                       | <0,05                            | 0,10                                     | 0,03                                        | 0,49                        | 1,2                        | 11                          | 1,4                       |
| <b>07 i</b> | 0,3                                 | <0,1                                                  | <0,25                                       | <0,01                                                 | <0,01                                       | <0,05                            | 0,04                                     | 0,01                                        | 0,05                        | 0,8                        | 6                           | 0,3                       |
| <b>08 i</b> | 0,1                                 | 0,5                                                   | <0,25                                       | 0,004                                                 | 0,002                                       | <0,05                            | 0,05                                     | 0,01                                        | 0,07                        | 0,9                        | 12                          | 0,8                       |
| <b>01 v</b> | 0,6                                 | <0,1                                                  | <0,25                                       | 0,016                                                 | 0,012                                       | 0,03                             | 0,01                                     | 0,00                                        | 0,01                        | 0,6                        | 22                          | 0,2                       |
| <b>02 v</b> | 0,7                                 | 1,2                                                   | 0,50                                        | <0,01                                                 | <0,01                                       | 0,04                             | 0,08                                     | 0,03                                        | 0,05                        | 0,8                        | 7                           | 0,5                       |
| <b>03 v</b> | 0,4                                 | 1,1                                                   | 0,39                                        | 0,036                                                 | 0,028                                       | 0,02                             | 0,01                                     | 0,00                                        | 0,01                        | 0,6                        | 3                           | 0,1                       |
| <b>04 v</b> | 0,2                                 | <0,1                                                  | <0,25                                       | 0,008                                                 | 0,005                                       | 0,03                             | 0,04                                     | 0,01                                        | 0,06                        | 0,6                        | 6                           | 0,6                       |
| <b>05 v</b> | 0,2                                 | <0,1                                                  | <0,25                                       | 0,031                                                 | 0,021                                       | 0,03                             | 0,04                                     | 0,01                                        | 0,24                        | 1,1                        | 39                          | 1,0                       |
| <b>06 v</b> | 0,1                                 | <0,1                                                  | <0,25                                       | 0,031                                                 | 0,022                                       | 0,04                             | 0,05                                     | 0,02                                        | 0,03                        | 0,8                        | 0                           | 0,7                       |
| <b>07 v</b> | 0,5                                 | 2,1                                                   | 0,52                                        | 0,016                                                 | 0,015                                       | 0,07                             | 0,13                                     | 0,05                                        | 0,03                        | ---                        | 74                          | 0,7                       |
| <b>08 v</b> | 0,3                                 | ---                                                   | 0,14                                        | <0,01                                                 | ---                                         | 0,09                             | 0,18                                     | 0,06                                        | 0,02                        | ---                        | 12                          | 0,5                       |

A temperatura da água apresentou-se relativamente constante entre os pontos de amostragem e nas duas estações, sempre com valores mais altos no verão ( $\bar{x}=22,8$ ) do que no inverno ( $\bar{x}=20,3$ ). O oxigênio dissolvido mostrou valores moderados e relativamente homogêneos sem um padrão temporal evidente. Da mesma forma, o pH variou muito pouco (exceto no ponto 01 no verão) e todos os pontos de amostragem apresentaram valores oscilando entre o neutro e o levemente ácido em ambas as estações.

A condutividade apresentou valores pouco variáveis, tanto entre os pontos de amostragem quanto entre as estações, ficando entre 30 e 41  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}=31,5$ ) no inverno e entre 23 e 39  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  ( $\bar{x}=28,9$ ) no verão. A turbidez teve valores extremamente baixos em todos os pontos de amostragem, com valores um pouco mais elevados no verão.

A velocidade da correnteza mostrou valores médios com variações extremas ficando entre 19 e 230  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}=71$ ) no inverno e entre 7 e 117  $\text{cm.s}^{-1}$  ( $\bar{x}=77$ ) no verão. Por sua vez, a profundidade ficou entre 5,8 e 41,5 cm ( $\bar{x}=20,8$ ) no inverno e 26,2 e 56,7 ( $\bar{x}=34,6$ ) cm no verão. Tanto velocidade da correnteza quanto profundidade tiveram, em regra, valores mais elevados no verão.

Os resultados relativos ao Nitrogênio total, Nitrato, Amônio, Fósforo total, Ortofosfato, Ferro, Potássio e Cor da água apresentaram valores relativamente baixos, característicos de ambientes oligotróficos. Os valores foram relativamente constantes em todos os pontos de amostragem e não pôde ser observada uma tendência temporal definida em nenhuma dessas variáveis. Já, os resultados relativos ao Cálcio mostram valores entre 0-74  $\text{mg.L}^{-1}$  ( $\bar{x}=16$ ) o que representa valores muito elevados, porém da mesma forma que os demais nutrientes nenhuma tendência temporal ou entre os pontos de amostragem pôde ser observada.

Quanto ao sombreamento a maioria dos pontos (62,5%) foram classificados como fortemente sombreados (classe - D), e os demais (37,5%) foram classificados como sombreados (classe - C). Considerando o substrato, a maior parte dos pontos de amostragem teve o predomínio dos tipos rocha contínua e matacão (81% dos casos),

porém, em regra, dentro de um mesmo ponto de amostragem foram encontrados outros tipos de substrato tais como areia, cascalho, seixos, troncos e galhos e macrófitas.

Os dados pluviométricos mostraram (Figura 28) um padrão mais ou menos regular de chuvas na região durante o período de estudo, com um índice muito elevado no mês de setembro. A precipitação acumulada nos últimos sete dias antes de cada coleta revelou valores muito maiores no verão (110,5 mm) comparado com os do inverno (3,2 mm).

A Análise dos Componentes Principais (PCA) dos valores das variáveis ambientais nas duas estações contrastantes (Figura 29) mostrou explicabilidade expressiva apenas nos dois primeiros eixos, 39% e 26% respectivamente. Temperatura, condutividade e turbidez foram as variáveis mais representativas no primeiro eixo, enquanto oxigênio e velocidade da correnteza atuaram no segundo eixo. Analisando-se o primeiro eixo, é possível notar a separação de dois grupos de pontos de amostragem, sendo um grupo dos pontos no verão e outro dos pontos no inverno. O Teste de Wilcoxon foi realizado com os escores do Eixo 1 da PCA entre os dois grupos de pontos de amostragem (inverno e verão) e revelou que existe diferença significativa entre os dois grupos ( $z = 2,52$ ,  $p < 0,05$ ).

### 3.2.2 Distribuição Ambiental e Dinâmica Temporal das Comunidades

A lista dos táxons encontrados para o estudo de distribuição ambiental e dinâmica temporal encontra-se na Tabela 08. Em adição, a riqueza e a abundância de espécies em cada ponto de amostragem no inverno e no verão encontram-se nas Tabelas 09 e 10, respectivamente.

Tabela 08: Lista de táxons seguidos do ponto de amostragem onde ocorreram em cada uma das estações amostradas para o estudo de distribuição ambiental e dinâmica temporal na Serra da Prata.

| Táxons                          | Pontos de ocorrência nas estações |            |
|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
|                                 | Inverno                           | Verão      |
| <b>Cyanobacteria</b>            |                                   |            |
| <i>Blennothrix komarekii</i>    | ---                               | 04; 06; 07 |
| <i>Microcoleus subtorulosus</i> | 02; 05; 06; 07                    | 02; 06; 08 |
| <i>Nostoc verrucosum</i>        | 01                                | 01         |

Tabela 8: continuação

|                                                      |        |                    |
|------------------------------------------------------|--------|--------------------|
| <i>Nostoc</i> sp.                                    | 04     | ---                |
| <i>Nostochopsis lobatus</i>                          | ---    | 02                 |
| <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i>                | 07     | 03; 04; 06; 07; 08 |
| <i>Phormidium retzii</i>                             | 01     | ---                |
| <i>Pleurocapsa fluviatilis</i>                       | ---    | 06                 |
| <b>Chlorophyta</b>                                   |        |                    |
| <i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> | 01; 03 | 03                 |
| <i>Spirogyra</i> sp.                                 | 03     | ---                |
| <i>Zygnema</i> sp.                                   | ---    | 03                 |
| <b>Heterokontophyta</b>                              |        |                    |
| <i>Hydrosera whampöensis</i> var. <i>whampöensis</i> | 04     | ---                |
| <b>Rhodophyta</b>                                    |        |                    |
| <i>Batrachospermum ambiguum</i>                      | 05     | ---                |
| Estágio 'Chantransia'                                | 08     | 05; 07             |

Tabela 09: Riqueza e abundância dos táxons de macroalgas encontrados na Serra da Prata nos diferentes pontos no inverno.

| Inverno |                |                                |                                                                                                                                |
|---------|----------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ponto   | Nº de espécies | Porcentagem de cobertura algal |                                                                                                                                |
|         |                | Total*                         | Espécies                                                                                                                       |
| 01      | 3              | 2 (1,8%)                       | <i>Nostoc verrucosum</i> (0,8%); <i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (0,9%); <i>Phormidium retzii</i> (0,1%). |
| 02      | 1              | 1 (0,25%)                      | <i>Microcoleus subtorulosus</i> (0,25%).                                                                                       |
| 03      | 2              | 2 (2,15%)                      | <i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (1,35%); <i>Spirogyra</i> sp. (0,8%).                                     |
| 04      | 2              | 2 (1,5%)                       | <i>Hydrosera whampöensis</i> var. <i>whampöensis</i> (0,5%); <i>Nostoc</i> sp. (1,0%).                                         |
| 05      | 2              | 1 (0,1%)                       | <i>Microcoleus subtorulosus</i> (0,05%); <i>Batrachospermum ambiguum</i> (0,05%).                                              |
| 06      | 1              | 1 (0,1%)                       | <i>Microcoleus subtorulosus</i> (0,1%).                                                                                        |
| 07      | 2              | 2 (1,7%)                       | <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (1,35%); <i>Microcoleus subtorulosus</i> (0,35%).                                        |
| 08      | 1              | 1 (0,05%)                      | Estágio 'Chantransia' (0,05%).                                                                                                 |

(\*) Os números fora dos parênteses indicam a cobertura segundo Braun-Blanquet onde, 0% = 0; <1% = 1; 1-10% = 2; 11-25% = 3; 26-50% = 4; 51-75% = 5 e, 76-100% = 6.

Tabela 10: Riqueza e abundância dos táxons de macroalgas encontrados na Serra da Prata nos diferentes pontos no verão.

| Verão |                |                                |                                                                                                                                       |
|-------|----------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ponto | Nº de espécies | Porcentagem de cobertura algal |                                                                                                                                       |
|       |                | Total*                         | Espécies                                                                                                                              |
| 01    | 1              | 1 (0,1%)                       | <i>Nostoc verrucosum</i> (0,1%).                                                                                                      |
| 02    | 2              | 1 (0,85%)                      | <i>Microcoleus subtorulosus</i> (0,5%); <i>Nostochopsis lobatus</i> (0,35%).                                                          |
| 03    | 3              | 2 (3,7%)                       | <i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (3,1%); <i>Zygnema</i> sp. (0,5%); <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (0,1%). |
| 04    | 2              | 2 (3,6%)                       | <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (3,5%); <i>Blennothrix komarekii</i> (0,1%).                                                    |
| 05    | 1              | 1 (0,35%)                      | Estágio 'Chantransia' (0,35%).                                                                                                        |

Tabela 10: *continuação*

|    |   |           |                                                                                                                                                                      |
|----|---|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 06 | 4 | 2 (2,45%) | <i>Microcoleus subtorulosus</i> (0,05%); <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (0,95%); <i>Blennothrix komarekii</i> (0,95%); <i>Pleurocapsa fluviatilis</i> (0,5%). |
| 07 | 3 | 2 (1,9%)  | <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (0,35%); Estágio 'Chantransia' (1,2%); <i>Blennothrix komarekii</i> (0,35%).                                                   |
| 08 | 2 | 1 (0,95%) | <i>Microcoleus subtorulosus</i> (0,4%); <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (0,55%).                                                                               |

(\*) Os números fora dos parênteses indicam a cobertura segundo Braun-Blanquet onde, 0% = 0; <1% = 1; 1-10% = 2; 11-25% = 3; 26-50% = 4; 51-75% = 5 e, 76-100% = 6.

A riqueza de espécies mostrou valores muito baixos variando entre 1 e 3 táxons por ponto no inverno e 1 e 4 no verão (Figura 30). Segundo o Teste de Wilcoxon ( $z = 0,845$ ,  $p < 0,05$ ), não houve diferença significativa entre as estações. Dos 14 táxons encontrados, somente 4 (28,6%) ocorreram no mesmo ponto de amostragem nas duas estações, enquanto 5 (35,7%) ocorreram em ambas estações em pontos de amostragem diferentes. Por outro lado, 8 táxons (57%) ocorreram em apenas um ponto de amostragem em uma única estação.

A abundância relativa encontrada foi extremamente baixa com valores entre <1 e 3,7% por ponto de amostragem (Figura 30), quando representados na escala de Braun-Blanquet, os valores de abundância em todos os pontos de amostragem, variaram entre 1 (50%) e 2 (50%). Comparando-se as médias com o Teste de Wilcoxon ( $z = 1,680$ ,  $p < 0,05$ ), não foi encontrada diferença significativa dos valores de abundância de espécies entre as estações.

Considerando os dados obtidos na coleta de inverno, as seguintes correlações foram observadas: correlação negativa de condutividade com oxigênio dissolvido ( $r = -0,959$ ,  $p < 0,001$ ), e correlações positivas entre riqueza e velocidade da correnteza ( $r = 0,839$ ,  $p < 0,01$ ) e entre riqueza e abundância ( $r = 0,737$ ,  $p < 0,05$ ). A mesma análise baseada nos dados da coleta de verão mostra: correlação negativa de profundidade com velocidade ( $r = -0,740$ ,  $p < 0,05$ ) e positiva de pH com abundância ( $r = 0,710$ ,  $p < 0,05$ ).

A Regressão Linear Múltipla mostrou que nenhum conjunto de variáveis ambientais foi capaz de explicar satisfatoriamente a variação de riqueza e de abundância de espécies nos pontos de amostragem em ambas as estações.

A Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) (Figura 31) realizada a partir da ocorrência de espécies nos pontos de amostragem não revelou um padrão evidente e apresentou explicabilidade relativamente baixa (29 e 34% no primeiro e segundo eixo, respectivamente). Diferentemente do observado no resultado da PCA, com base nas variáveis ambientais, a DCA baseada na presença/ausência de espécies não revelou nenhuma tendência de agrupamento dos pontos de amostragem por estação. A única tendência encontrada nesta análise foi a separação, pelo Eixo 1, entre pontos de amostragem sombreados e fortemente sombreados.

A Análise de Agrupamento (Figura 32) apresentou um Índice de Correlação Cofenética que representou bem a matriz original (0,89), porém, revelou que existiu uma similaridade muito baixa na composição florística entre os pontos de amostragem, de forma que nenhum grupo consistente foi observado. Entretanto, a despeito de baixa similaridade, os pontos de amostragem considerados sombreados (exceto ponto 4v) formaram um grupo distinto daqueles considerados fortemente sombreados. Estes resultados são consistentes com aqueles encontrados na DCA.

A Análise de Espécies Indicadoras (ISA) aplicada para avaliar a existência de espécies indicadoras das estações (inverno e verão) (Tabela 11), revela que nenhuma espécie pode ser considerada como típica de uma ou de outra estação.

Tabela 11: Análise de Espécies Indicadoras (ISA) realizada com a presença/ausência das espécies em cada ponto de amostragem, categorizando os pontos nas duas estações como inverno ("1") e verão ("2").

| Coluna | Grupo | Valor | Média | Desv. Pad. | p *    |
|--------|-------|-------|-------|------------|--------|
| 1 Msu  | 1     | 28.6  | 34.1  | 9.38       | 1.0000 |
| 2 Nve  | 1     | 6.2   | 15.0  | 9.37       | 1.0000 |
| 3 Nsp  | 1     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 4 Nlo  | 2     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 5 Pac  | 2     | 52.1  | 30.2  | 11.15      | 0.1200 |
| 6 Pre  | 1     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 7 Pfl  | 2     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 8 Bko  | 2     | 37.5  | 21.5  | 8.81       | 0.2320 |
| 9 Epu  | 1     | 16.7  | 20.9  | 8.39       | 1.0000 |
| 10 Ssp | 1     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 11 Zsp | 2     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 12 Hwh | 1     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 13 Bam | 1     | 12.5  | 12.5  | 0.40       | 1.0000 |
| 14 Cha | 2     | 16.7  | 20.7  | 8.28       | 1.0000 |

A partir dos resultados anteriores, que indicam o sombreamento como um importante fator na estrutura das comunidades de macroalgas na Serra da Prata, uma ISA (Tabela 12) foi realizada com base na composição florística dos riachos sombreados em contraposição com os riachos fortemente sombreados. A ISA revelou duas espécies indicadoras uma para ambientes fortemente sombreados: *Microcoleus subtorulosus* ( $p= 0,01$ ), e outra para ambientes sombreados: *Ecballocystis pulvinata* var. *pulvinata* ( $p= 0,04$ ).

Tabela 12: Análise de Espécies Indicadoras (ISA) realizada com a presença/ausência das espécies em cada ponto de amostragem, categorizando os pontos como sombreados (“1”) e fortemente sombreados (“2”).

| Coluna       | Grupo    | Valor       | Média       | Desv. Pad.   | p *           |
|--------------|----------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>1 Msu</b> | <b>2</b> | <b>70.0</b> | <b>34.7</b> | <b>10.27</b> | <b>0.0100</b> |
| 2 Nve        | 1        | 33.3        | 16.6        | 7.44         | 0.1120        |
| 3 Nsp        | 1        | 16.7        | 12.5        | 3.25         | 0.3730        |
| 4 Nlo        | 2        | 10.0        | 12.6        | 3.29         | 1.0000        |
| 5 Pac        | 2        | 21.8        | 30.9        | 9.89         | 1.0000        |
| 6 Pre        | 1        | 16.7        | 12.4        | 3.23         | 0.3650        |
| 7 Pfl        | 2        | 10.0        | 12.5        | 3.24         | 1.0000        |
| 8 Bko        | 2        | 10.9        | 20.3        | 10.23        | 1.0000        |
| <b>9 Epu</b> | <b>1</b> | <b>50.0</b> | <b>20.7</b> | <b>10.33</b> | <b>0.0420</b> |
| 10 Ssp       | 1        | 16.7        | 12.6        | 3.27         | 0.3850        |
| 11 Zsp       | 1        | 16.7        | 12.4        | 3.24         | 0.3690        |
| 12 Hwh       | 1        | 16.7        | 12.5        | 3.25         | 0.3730        |
| 13 Bam       | 2        | 10.0        | 12.5        | 3.27         | 1.0000        |
| 14 Cha       | 2        | 30.0        | 19.9        | 9.89         | 0.2370        |

### 3.2.3. Análise da Distribuição das Espécies de Macroalgas na Serra da Prata e em outras Regiões Geográficas do Brasil

A flora de macroalgas da Serra da Prata revelou que a área de estudo tem uma composição florística caracterizada pela ocorrência de várias espécies de distribuição restrita a um ou poucos pontos de amostragem.

Este mesmo padrão já foi encontrado em outras regiões geográficas do Brasil, como foi observado através da análise de outras 22 regiões selecionadas para esta finalidade (ver Material e Métodos). Dos 88 táxons em nível específico que foram

encontrados nos 184 pontos de amostragem (23 regiões com oito pontos de amostragem cada uma), 33 espécies (37,5 % do total) ocorreram em um único ponto de amostragem em uma única região, 82 espécies (93 %) ocorreram em no máximo 5 % do total de pontos de amostragem, sendo que somente 6 espécies (7 %) ocorreram em mais que 5 % dos pontos de amostragem. Entre as espécies mais amplamente distribuídas, *Phormidium retzii* ocorreu em 31 pontos de amostragem (13 regiões) e *Batrachospermum delicatulum* ocorreu em 18 pontos de amostragem (8 regiões).

A Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) (Figura 33), realizada com a presença/ausência de espécies nas diferentes regiões não mostrou nenhum padrão claro, além da explicabilidade dos dois primeiros eixos ser muito baixa (14% e 12%, respectivamente), o que torna os dados desta análise pouco representativas. A Análise de Agrupamento (dados não apresentados) realizada com os dados de presença/ausência das espécies evidencia novamente, esse alto grau de ocorrência ao acaso, de forma que o dendrograma não foi capaz de representar a matriz original. Este conjunto de informações evidencia claramente a ocorrência aleatória das espécies de macroalgas nas diferentes regiões e mostra que a falta de padrão observada dentro de uma pequena região geográfica, como a Serra da Prata, vêm se repetindo constantemente tanto em pequenas regiões quanto em grande escala espacial.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

O número global de táxons encontrados no presente estudo foi considerado baixo quando comparado com aqueles de outros trabalhos utilizando-se metodologias semelhantes: 31 táxons por NECCHI JÚNIOR, PASCOALOTO e BRANCO (1994), 42 táxons por BRANCO (1995), 37 táxons por BRANCO (1996), 30 táxons por NECCHI JÚNIOR, BRANCO e BRANCO (2003), e 36 por KRUPEK (2006).

A maior proporção de Cyanobacteria em relação às demais divisões tem sido observada em alguns estudos sobre distribuição ecológica de macroalgas em ecossistemas lóticos (BRANCO, 1996; SHEATH; COLE, 1996; FILKIN; SHERWOOD; VIS, 2003; KRUPEK, 2006), entretanto, a maioria dos trabalhos apontam Chlorophyta como a divisão algal com maior número de táxons (ENTWISLE, 1989; SHEATH; COLE, 1992; VIS et al., 1994; LEUKART, 1995; NECCHI JÚNIOR et al., 1995; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000; VERB; VIS, 2001; SHERWOOD; KIDO, 2002; HU; XIE, 2006). A predominância de algas azuis no presente estudo aparentemente difere dos resultados encontrados por BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1996b) em uma região de Mata Atlântica do Estado de São Paulo (mesmo bioma do presente estudo) que registraram Rhodophyta como grupo predominante. Os autores justificaram os resultados comentando que a atenuação da luz pela cobertura da vegetação proporcionaria um favorecimento para o complexo pigmentar de tais algas. Entretanto, Cyanobacteria, que é uma divisão algal com complexo pigmentar semelhante ao das algas vermelhas, também é considerada como sendo bem adaptada a ambientes com limitação de luz (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; BRANCO, 1996), fato que justificaria a predominância deste grupo de algas na área de estudo.

Em relação aos tipos morfológicos, a predominância de emaranhados de filamentos está de acordo com a grande maioria dos trabalhos previamente realizados no Brasil e no mundo todo (SHEATH et al., 1989; SHEATH; COLE, 1992; VIS et al.,

1994; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996b; 1998; SHEATH; COLE, 1996; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000; 2003; BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 2001). Este tipo morfológico é considerado favorável, mais produtivo e bem adaptado aos ambientes lóticos, comparado a outros tipos (BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1998; BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 2001; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003).

A espécie melhor distribuída, *Microcoleus subtorulosus*, é uma espécie recorrentemente mencionada em outros estudos (principalmente na Mata Atlântica), porém é a primeira vez que tal espécie é reportada como a melhor distribuída em uma região geográfica ampla. Por outro lado, *Phormidium retzii*, espécie que aparece em vários trabalhos como sendo a mais bem distribuída (e.g. SHEATH; COLE, 1992; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000), só ocorreu em dois pontos de amostragem na área de estudo.

O elevado número de novas ocorrências de espécies para o Estado do Paraná e o registro de espécies raras evidencia a carência de conhecimento sobre estas comunidades e ressalta a importância desse tipo de levantamento na Região Sul do Brasil, tanto para o conhecimento da biodiversidade quanto, para subsidiar futuras revisões taxonômicas com maior precisão.

## 4.2 DISTRIBUIÇÃO AMBIENTAL E DINÂMICA TEMPORAL

### 4.2.1 Variáveis Ambientais

A temperatura da água mostrou valores moderados apesar da área de estudo ser considerada de clima tropical (MAACK, 1981), isto pode ter sido ocasionado devido ao excelente estado de preservação da vegetação marginal. Valores de condutividade específica elevados são causados pela precipitação, e pelo aumento da vazão e da erosão, que carregam uma grande quantidade de íons para dentro do rio (BRANCO, 1996). No entanto, na região de estudo não ocorreu uma evidente diferença nos valores de condutividade específica entre as duas estações contratantes

mesmo tendo um valor de precipitação acumulada antes da amostragem muito maior no verão.

O pH mostrou valores muito semelhantes tanto entre os pontos de amostragem quanto entre as estações, de forma que a diferença temporal do pH em cada ponto de amostragem foi sempre menor que 0,3 na escala de pH. Exceção foi encontrada no ponto 01, o qual teve uma variação considerável entre as estações (6,9 e 5,7; no inverno e verão, respectivamente), o que implica em uma variação na concentração de carbono disponível na forma  $\text{CO}_2$  de aproximadamente 15% para aproximadamente 85%, respectivamente (ESTEVES, 1988). Talvez neste ponto de amostragem, essa diferença tenha afetado a comunidade de macroalgas, que mostrou redução do número de espécies de três espécies para uma, quando comparadas às duas estações contrastantes.

Os valores de turbidez encontrados (1-3 NTU) podem ser considerados extremamente baixos. Da mesma forma, a profundidade apresentou valores relativamente baixos, devido ao estudo ser conduzido em riachos de pequeno porte. SHEATH e MÜLLER (1997) encontraram valores de turbidez de 0,5 - >1000 NTU em riachos de semelhantes profundidades daqueles amostrados no presente estudo, mesmo assim estas variáveis não foram consideradas pelos autores como importantes na estruturação das comunidades de macroalgas em questão. Esta mesma consideração é válida para a área de estudos, visto que as amplitudes dos valores de turbidez observados foram muito menores daqueles registrados por tais autores.

A velocidade da correnteza, que é considerada uma importante variável atuando na estrutura das comunidades de macroalgas (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO, 1993; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996a; 1997) teve valores muito díspares no presente estudo. Os valores mais elevados foram encontrados no verão, provavelmente ocasionados pelo maior índice pluviométrico registrado nos dias anteriores à amostragem.

O substrato tem fundamental importância para a manutenção da comunidade de macroalgas, tendo papel indispensável no estabelecimento e fixação da comunidade. SHEATH e MÜLLER (1997) indicaram a baixa quantidade de substrato

estável como responsável pela diversidade e abundância de macroalgas extremamente baixas. No presente estudo, os substratos encontrados foram principalmente do tipo matacão e rocha contínua, sendo ambos considerados substratos de alta estabilidade (ALLAN, 1995). Os resultados referentes ao sombreamento mostraram a predominância das classes sombreado e fortemente sombreado os quais são efeito do excelente estado de conservação da área de estudo (IBAMA, 2003).

A tendência de separação entre os grupos de pontos de amostragem revelada na Análise dos Componentes Principais (PCA) evidenciou um padrão temporal das variáveis ambientais na região de estudo. Possivelmente a precipitação pode ter influenciado este padrão, já que no verão a quantidade de chuvas foi muito maior. BRANCO et al. (em análise) estudando 11 segmentos de riachos no Estado do Paraná e aproximadamente na mesma época, não evidenciaram diferenças temporais das variáveis ambientais nos riachos estudados. Da mesma forma KRUPEK (2006), estudando a dinâmica sazonal de comunidades de macroalgas em três segmentos de riachos na região centro-sul do Estado do Paraná, comentou que não existiram diferenças temporais significativas entre as variáveis ambientais estudadas.

De modo geral, os riachos da Serra da Prata foram caracterizados por temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido moderados, pH neutro a levemente ácido, turbidez extremamente baixa, velocidade da correnteza com variações extremas, baixas profundidades, substrato rochoso estável e alto grau de sombreamento imposto pela vegetação marginal em ótimo estado de preservação.

#### 4.2.2 Distribuição Ambiental das Comunidades

O número global de táxons encontrados no estudo de distribuição ambiental (14) pode ser considerado muito baixo quando comparado com outros estudos que utilizam a mesma metodologia (SHEATH et al., 1986; 1989; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO; BRANCO, 1994; BRANCO, 1995; BRANCO, 1996; NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2003; KRUPEK, 2006). Da mesma forma, os valores de riqueza por ponto de amostragem, encontrados no presente estudo (1 a 4 táxons em

cada ponto de amostragem por coleta) são considerados baixos quando se faz a mesma análise comparativa: p. ex. 1 a 11 em SHEATH et al. (1986; 1989), 0 a 11 em SHEATH e COLE (1992), 0 a 6 em BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1996a), 1 a 7 em VIS et al. (1994), 0 a 5 em SHEATH e MÜLLER (1997) e, 1 a 9 em NECCHI JÚNIOR, BRANCO e BRANCO (2003). A riqueza relativa (0,9 táxons por ponto de amostragem) também foi considerada como sendo relativamente baixa e demonstrou o mesmo padrão acima mencionado. BRANCO et al. (em análise) estudando 11 segmentos de riachos nas duas estações contrastantes em uma região de Floresta Ombrófila Mista obtiveram uma riqueza relativa de 2,2 táxons/ponto. Esse conjunto de resultados demonstra claramente que a área de estudos possui baixa diversidade de macroalgas, tanto globalmente quanto em cada segmento de riacho individualmente.

Assim como a riqueza, a abundância apresentou valores extremamente baixos (<1 a 3,7% de cobertura) quando comparado com outros estudos, p. ex. <1 a 90% em SHEATH et al. (1986), <1 a 60% em SHEATH et al. (1989), 0 a 100% em SHEATH e COLE (1992), <1 a 60% em NECCHI JÚNIOR (1993), 5 a 85% em NECCHI JÚNIOR, PASCOALOTO; BRANCO (1994), 1 a 76% em VIS et al. (1994), 0 a 70% em BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1996a), 1 a 76% em SHEATH e COLE (1996) e, 0 a 75% em SHEATH e MÜLLER (1997).

A maioria dos táxons encontrados no estudo de distribuição ambiental e dinâmica temporal (64%) ocorreu em um único ponto de amostragem na área de estudo. Esta tendência de alta proporção de táxons de ocorrência restrita pode ser freqüentemente encontrada na literatura: 49% dos táxons reportados por BRANCO e NECCHI JÚNIOR (1996a), 65% por BRANCO, NECCHI JÚNIOR e BRANCO (1999), 52 % por BRANCO et al. (em análise), 80% por KRUPPEK, BRANCO e PERES (no prelo), 28% por HU e XIE (2006).

Os resultados encontrados na Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), os quais revelaram baixa explicabilidade e falta de padrão claro, somados com os resultados encontrados na Análise de Agrupamento, demonstram baixa similaridade e alto grau de variação aleatória entre os pontos de amostragem. Do mesmo modo, as correlações não evidenciaram nenhum padrão claro e consistente que possa sugerir

algum fator como responsável pela estruturação das comunidades. Em adição, a Regressão Linear Múltipla não conseguiu explicar as variações de riqueza e abundância.

Estes resultados sugerem que as variáveis ambientais mensuradas podem ser insuficientes para explicar o padrão de distribuição das macroalgas na região de estudo. Resultados similares são comumente encontrados em estudos semelhantes (*e.g.* NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996a; 1998; SHERWOOD; SHEATH, 1999; SHERWOOD et al., 2000; VERB; VIS, 2001; HU; XIE, 2006; BRANCO; KRUPEK; PERES a em análise). Desta forma, os resultados encontrados nas análises realizadas no presente estudo, aliados ao fato do amplo registro de espécies de ocorrência restrita em vários estudos de mesma natureza, levam a supor que as características locais (na escala de microhabitat) podem ser mais influentes do que as características globais (como clima, bioma, etc) na determinação da estrutura das comunidades de macroalgas incluindo aquelas da Serra da Prata.

Estudos prévios já propuseram essas mesmas tendências: KRUPEK, BRANCO e PERES (no prelo) e BRANCO, KRUPEK e PERES (a em análise) estudando riachos nas regiões centro-sul e centro-oeste do Paraná, respectivamente, encontraram este mesmo padrão de ocorrência restrita das espécies de macroalgas. Tais autores sugeriram que o conjunto das características abióticas próprias de cada pequeno fragmento foi, de fato, a força geradora do padrão de estruturação de uma comunidade muito particular. Esta hipótese concorda perfeitamente com os postulados acima referidos para a Serra da Prata.

Considerando a importância óbvia da irradiância para o desenvolvimento e a estruturação das comunidades de macroalgas (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; HILL, 1996; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996a) e os resultados aqui apresentados, o sombreamento foi sugerido como sendo o fator responsável por conduzir a abundância a valores extremamente baixos e reduzir drasticamente a riqueza principalmente de algas verdes na área de estudo. Esta hipótese é sustentada no elevado nível de sombreamento observado na região de estudo. Em NECCHI JÚNIOR, BRANCO e BRANCO (2000), que estudaram comunidades de macroalgas

de diversas regiões e/ou biomas no Estado de São Paulo, os resultados mostraram que o bioma com a maior proporção de riachos sombreados (Floresta Subtropical) teve o menor número médio de espécies e a menor abundância por ponto de amostragem comparado com outros biomas, o que concorda com o proposto acima.

Corroborando a observação acima, a análise do primeiro eixo da DCA realizada com dados de presença/ausência das espécies de macroalgas da Serra da Prata, mostrou uma separação entre pontos de amostragem sombreados e fortemente sombreados. Padrão semelhante é encontrado na Análise de Agrupamento. Adicionalmente, a ISA revela uma espécie típica para cada uma das classes de sombreamento, reforçando os resultados acima mencionados. Mesmo considerando a baixa explicabilidade e a falta de um padrão consistente supõe-se que, em escala global, o sombreamento pode ser um fator de maior relevância e influência sobre a distribuição espacial das macroalgas na região de estudo em relação às outras variáveis ambientais.

Uma evidência da importância da disponibilidade de luz na estruturação de comunidades de algas lólicas foi previamente mencionada em SHEATH e BURKHOLDER (1985), em um estudo conduzido na América do Norte. Neste estudo, os autores comentam que no verão uma densa camada de vegetação instala-se nas margens dos rios diminuindo drasticamente a incidência de luz, e isso leva a uma diminuição da riqueza e abundância das macroalgas como um todo e a quase total eliminação das algas verdes; já no inverno a vegetação marginal diminui (floresta caducifolia), aumentando a incidência de luz no rio e os valores de riqueza e abundância de macroalgas passam a ser maiores, apesar das baixas temperaturas ocorrentes na região.

Uma outra evidência desta influência da irradiância sobre as macroalgas lólicas pode ser encontrada em VERB e VIS (2001). Estudando uma região impactada por uma mina ácida, onde os resultados demonstram que apesar da enorme oscilação das variáveis químicas em determinados pontos de amostragem, os autores afirmam que nenhuma variável química foi responsável pelo padrão de distribuição das

macroalgas. Por outro lado, os fatores encontrados como responsáveis pela diferença nos valores de riqueza de espécies foram o sombreamento e a precipitação.

As espécies encontradas como indicadoras de sombreamento na ISA demonstraram uma tendência geral onde uma espécie de Cyanobacteria foi indicadora dos riachos fortemente sombreados e uma espécie de Chlorophyta foi indicadora dos riachos sombreados. Esse resultado reflete a habilidade das Cyanobacteria de viverem em ambientes com limitação (às vezes extrema) de luz (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1998) e o melhor desenvolvimento das Chlorophyta em ambientes com maior disponibilidade (mesmo que seletiva) de luz (SHEATH; BURKHOLDER, 1985; SHERWOOD; KIDO, 2002).

#### 4.2.3 Dinâmica Temporal das Comunidades

A análise temporal entre as duas estações contrastantes das comunidades de macroalgas da Serra da Prata mostrou através dos resultados da Análise dos Componentes Principais (PCA) revelaram as características ambientais dos riachos no inverno sendo diferentes daquelas no verão (como anteriormente comentado). Entretanto, a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), com os dados de presença/ausência das espécies, revela que a composição florística das comunidades de macroalgas não segue o mesmo padrão encontrado na PCA para as variáveis ambientais. Adicionalmente, a Análise de Espécies Indicadoras (ISA) entre as duas estações contrastantes não mostra nenhuma espécie como sendo típica de uma ou outra estação.

Os resultados acima mencionados sugerem que na área de estudo, mesmo a precipitação, que é recorrentemente sugerida como fator chave na dinâmica temporal de comunidades de macroalgas tropicais (NECCHI JÚNIOR; DIP; GÓES, 1991; NECCHI JÚNIOR; PASCOALOTO, 1993; PFISTER, 1993; BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1997), não revelou ser um fator decisivo para tais comunidades, de forma que, apesar da precipitação acumulada (nos últimos 7, 15 e 30 dias antes da coleta) ser

evidentemente maior no verão, não houve diferença significativa nos valores de riqueza e abundância entre as estações.

Esses achados sugerem que, ao contrário das variáveis ambientais, as comunidades de macroalgas da região de estudo não apresentam um padrão temporal definido. BRANCO, KRUEK e PERES (b em análise) estudando a dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas de ambientes lóticos da região centro-sul do Estado do Paraná, encontraram resultados similares e sugeriram que a heterogeneidade espacial de ambientes lóticos e a combinação dessas variáveis em cada fragmento (em escala de microhabitat) do riacho em um dado tempo, são os fatores que definem a diversidade e a distribuição das comunidades de macroalgas nestes ambientes. Possivelmente, as comunidades de macroalgas da Serra da Prata seguem esse mesmo padrão temporal acima mencionado, e as características de microhabitat devem ser fortemente influentes não somente para o padrão de distribuição, mas também para a determinação da dinâmica temporal de tais comunidades.

Em resumo, os resultados sugerem que a estruturação espacial das comunidades de macroalgas da Serra da Prata e sua dinâmica temporal podem estar respondendo à combinação das variáveis ambientais em um pequeno segmento em um dado tempo (na escala de microhabitat). Entretanto, em escala global, a variável ambiental identificada como de maior importância na estruturação das comunidades de macroalgas da Serra da Prata foi o sombreamento que por imposição da vegetação marginal provoca redução da irradiância. As demais variáveis ambientais parecem, por sua vez, ter relevância secundária, ou seja, atuam mais fortemente apenas quando a disponibilidade de luz é adequada.

Um maior número de estudos de distribuição e dinâmica temporal em regiões geográficas distintas, além de estudos que avaliem com maior precisão a importância da escala local e da atenuação da luz na estrutura das comunidades de macroalgas lóticas são fortemente recomendados.

#### 4.2.4 Análise da Distribuição das Espécies de Macroalgas na Serra da Prata e em outras Regiões Geográficas do Brasil.

A comparação da flora de macroalgas da Serra da Prata com outras regiões brasileiras revela baixa similaridade entre regiões e alto grau de variação aleatória, concordando perfeitamente com o padrão recorrentemente encontrado na literatura (BRANCO; NECCHI JÚNIOR, 1996a; BRANCO; NECCHI JÚNIOR; BRANCO, 1999; HU; XIE, 2006; BRANCO et al., em análise; KRUPEK; BRANCO; PERES, no prelo). A DCA realizada com os dados de presença/ausência das espécies nas 23 regiões evidencia claramente essa tendência. Nem mesmo duas regiões criadas arbitrariamente dentro de uma mesma bacia de drenagem (como na Bacia do Rio das Pedras, dados de KRUPEK, 2006), ou ainda, duas regiões com características limnológicas notáveis (como riachos de águas duras, dados de NECCHI JÚNIOR; BRANCO; BRANCO, 2000) apresentaram comunidades similares.

Esses dados mostram que as comunidades de macroalgas são extremamente diferentes, tanto dentro de uma pequena região geográfica ou bacia de drenagem, quanto entre regiões amplas. Este fato se deve a uma grande quantidade de espécies apresentarem ocorrência restrita a um único fragmento de riacho. Curiosamente, apesar de quase 40% das espécies de macroalgas já coletadas em águas brasileiras serem exclusivas de um único segmento de riacho, praticamente não existe endemismo e quase a totalidade das espécies já foram previamente registradas em outros rios do Brasil ou do mundo.

HU e XIE (2006) compararam a flora de macroalgas de levantamentos realizados na China com dados obtidos a partir de alguns estudos realizados no mundo todo (incluindo trabalhos brasileiros), e encontraram resultados que evidenciam baixo índice de similaridade entre as regiões comparadas. Os mesmos autores comentam que macroalgas de diferentes locais têm um significativo isolamento reprodutivo. Os dados encontrados na comparação realizada no presente trabalho corroboram os achados de

tais autores, entretanto, a hipótese proposta de isolamento reprodutivo deve ser mais bem avaliada, já que quase não existem táxons endêmicos de uma região.

A falta de padrão e a baixa explicabilidade, encontrada na DCA realizada com as outras 22 regiões comparadas e a Serra da Prata, levam a supor que esse padrão pode não estar restrito à região de estudo e que o mesmo parece ser típico de outras regiões e/ou biomas brasileiros. Da mesma forma, estudos prévios já propõem essas tendências: KRUIPEK, BRANCO e PERES (no prelo) e BRANCO, KRUIPEK e PERES (a em análise) estudando riachos nas regiões centro-sul e centro-oeste do Paraná, respectivamente, encontraram este mesmo padrão de ocorrência restrita das espécies de macroalgas. Esta hipótese concorda perfeitamente com os postulados acima, referentes às regiões comparadas.

Desde modo, estudos que investiguem a real circunscrição taxonômica das espécies encontradas em todo o mundo, aliado a estudos que tratem da biologia das espécies de macroalgas são sugeridos para que seja possível compreender melhor o padrão de distribuição aleatória que foi encontrado no presente estudo e que têm sido reportado na literatura especializada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os valores de riqueza de macroalgas tanto globais quanto em cada ponto de amostragem na Serra da Prata podem ser considerados baixos. Da mesma forma, a abundância apresentou valores extremamente baixos em todos os segmentos amostrados;
- Cyanobacteria e *Microcoleus subtorulosus* foram a divisão e a espécie mais amplamente distribuídas na Serra da Prata, respectivamente;
- Uma grande variedade de tipos morfológicos foram encontrados, sendo emaranhados de filamentos o tipo mais bem representado;
- Várias espécies se tratam de novo registro para o Estado do Paraná e algumas são de ocorrência rara para ambientes lóticos brasileiros;
- Os riachos da Serra da Prata foram caracterizados por ambientes com temperaturas, condutividade e oxigênio dissolvido moderados, pH neutro a levemente ácido, turbidez extremamente baixa, velocidade da correnteza com variações extremas, baixas profundidades, substrato rochoso estável e alto grau de sombreamento imposto pela vegetação marginal;
- As variáveis ambientais apresentaram valores relativamente próximos entre os pontos de amostragem e a PCA revelou que existiu uma diferença temporal entre as duas estações contrastantes;
- A maioria dos táxons encontrados na Serra da Prata ocorreu em apenas um único ponto de amostragem; mesma tendência foi observada a partir da revisão de dados da literatura em mais 22 regiões em todo o Brasil;
- A DCA e a Análise de Agrupamento mostraram um alto grau de variação aleatória e a falta de um padrão claro e consistente para explicar o padrão de distribuição espacial das comunidades investigadas;
- A falta de correspondência entre as variáveis ambientais analisadas e o alto número de táxons restritos a um único ponto de amostragem levam a supor que as características locais (na escala de microhabitat) podem ser mais atuantes do que as características globais (como clima, bioma, etc), de forma que a heterogeneidade

espacial e a combinação dessas variáveis em cada local podem estar determinando a distribuição das comunidades de macroalgas da Serra da Prata.

- A análise da dinâmica temporal das comunidades de macroalgas da Serra da Prata revela, mais uma vez, falta de correspondência entre as variáveis ambientais e a comunidade de macroalgas. Até a precipitação não se mostrou um fator importante para produzir uma mudança na estrutura das comunidades. Os resultados sugerem que as características micro-ambientais podem estar atuando não somente na distribuição das comunidades analisadas, mas também na dinâmica temporal de tais comunidades;
- Mesmo considerando a falta de um padrão claro e consistente, a DCA revela dois grupos de pontos de amostragem relativos às duas classes de sombreamento encontradas na área de estudos. Adicionalmente, a ISA revela duas espécies indicadoras, sendo uma para cada classe de sombreamento. Desta forma, o sombreamento marginal é proposto como uma variável de grande importância global na distribuição espacial e na dinâmica temporal das comunidades de macroalgas da Serra da Prata;
- As regiões utilizadas para comparação com os dados florísticos da Serra da Prata revelam o mesmo padrão de baixa similaridade e alto grau de variação aleatória encontrado na Serra da Prata. Mais uma vez, propõem-se as características micro-ambientais para explicar esse padrão;
- Um maior número de estudos de distribuição espacial e dinâmica temporal em regiões geográficas distintas, além de estudos que avaliem com maior precisão a importância da escala local e da atenuação da luz na estrutura das comunidades de macroalgas lóticas são fortemente recomendados. Adicionalmente, estudos que avaliem a real circunscrição de cada espécie, aliado a estudos que tratem da biologia das espécies de macroalgas são sugeridos para uma melhor compreensão destes padrões observados.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, J.D. **Stream Ecology: structure and function of running waters**. London: Chapman and Hall, 1995. 388 p.

AZEVEDO, M.T.P.; NOGUEIRA, N.M.C.; SANT'ANNA, C.L. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas*, 8: Cyanophyceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 1-38. 1996.

BICUDO, C.E.M.; PEREIRA, F.C. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas*, 16: Chlorophyceae (Ulotrichales). **Hoehnea**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 31-37. 2003.

BIGGS, B.J.F. Periphyton communities and their environments in New Zealand rivers. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 24, p. 367-386. 1990.

BIGGS, B.J.F.; PRICE, G.M.A. A survey of filamentous algal proliferation in New Zealand rivers. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 21, p. 175-191. 1987.

BRANCO, C.C.Z. **Aspectos florísticos e ecológicos das comunidades de macroalgas de riachos da região oriental de Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. Rio Claro, 1995. 108 p. Dissertação de Mestrado, Inst. Biociências, Univ. Est. Paulista (UNESP).

BRANCO, C.C.Z. **Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) de ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo: flora, distribuição, dinâmica de populações e biogeografia**. Rio Claro, 1999. 160 p. Tese de Doutorado, Inst. Biociências, Univ. Est. Paulista (UNESP).

BRANCO, C.C.Z.; NECCHI JÚNIOR, O. Distribution of stream macroalgae in the eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 333, p. 139-150. 1996a.

BRANCO, C.C.Z.; NECCHI JÚNIOR, O. Survey of stream macroalgae of eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 80, p. 35-57. 1996b.

BRANCO, C.C.Z.; KRUPPEK, R.A.; PERES, C.K. Ecological distribution of stream macroalgal communities from the mid-western region of Paraná State: evidence of the importance of local scale variation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, a em análise.

BRANCO, C.C.Z.; KRUPPEK, R.A.; PERES, C.K. Seasonality of macroalgal communities in a subtropical drainage basin in Paraná State, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, b em análise.

BRANCO, C.C.Z.; NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, L.H.Z. Taxonomy and ecological distribution of Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) in lotic ecosystems from São Paulo State, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 106, p. 43-75. 2002.

BRANCO, C.C.Z.; BRANCO, L.H.Z.; MOURA, M.O.; BERTUSSO, F.R. The succession dynamics of a macroalgal community after a flood disturbance in a tropical stream from São Paulo State, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 267-275. 2005.

BRANCO, C.C.Z.; EMED, R.G.; BRANCO, L.H.Z.; NECCHI JÚNIOR, O. Levantamento florístico das macroalgas de riachos do Estado do Paraná, Sul do Brasil: 1. Floresta Nacional de Irati. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, em análise.

BRANCO, L.H.Z. **Composição, distribuição espacial e dinâmica sazonal das comunidades de macroalgas de três bacias de drenagem da região noroeste do estado de São Paulo, Brasil**. Rio Claro, 1996. 161 p. Tese de Doutorado, Inst. Biociências, Univ. Est. Paulista (UNESP).

BRANCO, L.H.Z.; MONTEJANO, G.Z. A new morphotype of *Blennothrix* (Cyanoprokaryota, Oscillatoriales) from streams of Brazil and Mexico. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 121, p. 35-42, 2006.

BRANCO, L.H.Z.; NECCHI JÚNIOR, O. Seasonality of macroalgae in three tropical drainage basins in São Paulo State, southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 141, p. 75-91. 1997.

BRANCO, L.H.Z.; NECCHI JÚNIOR, O. Distribution of macroalgae in three tropical drainage basins of Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 142, p. 241-256. 1998.

BRANCO, L.H.Z.; PEREIRA, J.L. Evaluation of seasonal dynamics and bioindication potential of macroalgal communities in a polluted tropical stream. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 155, p. 147-161. 2002.

BRANCO, L.H.Z.; NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C.C.Z.. Cyanophyta from lotic ecosystems of São Paulo State, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 94, p. 63-87. 1999.

BRANCO, L.H.Z.; NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C.C.Z. Ecological distribution of Cyanophyceae in lotic ecosystems of São Paulo State. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 99-108. 2001.

CONOVER, W.J. **Practical Nonparametric Statistics**. New York: John Wiley & Sons, 1971. 462 p.

DeNICOLA, D.M.; HOGLAND, K.D.; ROEMER, S.C. Influence of canopy cover on spectral irradiance and periphyton assemblages in a prairie stream. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, v. 11, p. 391-404. 1992.

DIAS, I.C.A. Contribuição ao conhecimento do gênero *Spirogyra* Link (Zygnemaphyceae) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Bradea**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 59-67. 1984.

DIAS, I.C.A. Contribuição ao conhecimento das algas do gênero *Mougeotia* C. Agardh (Zygnemaphyceae) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim do Museu Nacional: Botânica**, Rio de Janeiro, v. 70, p. 1-7. 1985.

DIAS, I.C.A. Zygnemaceae (Zygnemaphyceae) da Chapada dos Guimarães e arredores, Mato Grosso, Brasil: uma contribuição ao seu conhecimento. **Rickia**, São Paulo, v. 13, p. 69-75. 1986.

DIAS, I.C.A. Algas do Bosque Arruda Câmara, Rio de Janeiro, Brasil: Chlorophyta filamentosas. **Rickia**, São Paulo, v. 14, p. 45-51. 1987.

DIAS, I.C.A. Sobre algumas Chlorophyta filamentosas da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 51-61. 1990.

- DIAS, I.C.A. Estudos ficológicos na Região Noroeste Brasileira: Chlorophyta filamentosas. **Hoehnea**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 157-169. 1991.
- DIAS, I.C.A. Algas continentais do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Oedogoniaceae e Zygnemaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 51-63. 1992.
- DIGBY, P.G.N.; KEMPTON, R.A. **Multivariate analysis of ecological communities**. London: Chapman and Hall, 1987. 206p.
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, p. 345-366. 1997.
- ENTWISLE, T.J. Macroalgae in Yarra River basin: flora and distribution. **Proceedings of the Royal Society of Victoria**, Victoria, v. 101, p. 1-76. 1989.
- ENTWISLE, T.J. Macroalgae in the upper Yarra and Watts River catchments: Distribution and Phenology. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 41, p. 505-522. 1990.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência/FINEP, 1988. 575 p.
- FILKIN, N.R.; SHERWOOD, A.R.; VIS, M.L. Macroalgae from 23 streams in the Hawaiian Islands. **Pacific Science**, Honolulu, v. 57, n. 4, p. 421-431. 2003.
- FOERSTER, J.; GUTOWSKI, A.; SCHAUMBURG, J. Defining types of running waters in Germany using benthic algae: A prerequisite for monitoring according to the Water Framework Directive. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v. 16, p. 407-418. 2004.
- GEITLER, L. Cyanophyceae. In: Dr. L. RABENHORST'S. **Kryptogamenflora von Deutschlands, Österreichs und der Schweiz** (R. Kolkwitz, ed.). Akademische, Leipzig: Verlagsgesellschaft, 1932. 1196 p.
- GILLER, P.S.; MALMQVIST, B. **The Biology of Streams and Rivers: biology of habitat**. Oxford: Oxford University Press, 1998. 296 p.
- GORDON, N.D.; McMAHON, T.A.; FINLAYSON, B.L. **Stream Hydrology: an introduction for ecologists**. Chichester: John Wiley & Sons, 1992. 526 p.
- HILL, W.R. Effects of Light. In: STEVENSON, R.J.; BOTHWELL, M.L.; LOWE, R.L. (Ed.). **Algal ecology: freshwater benthic ecosystems**. San Diego: Academic Press, 1996. p. 121-148.
- HOEK, C. Van den; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. **Algae: an introduction to phycology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 623 p.
- HOLMES, N.T.H.; WHITTON, B.A. Phytobenthos of River Tees and its tributaries. **Freshwater Biology**, Abingdon, v. 11, p. 43-60. 1981.
- HU, B.F.; XIE, S.L. Effect of seasonality on distribution of macroalgae in a stream system (Xin'an Spring) in Shanxi Province, North China. **Journal of Integrative Plant Biology**, Beijing, v. 48, n. 8, p. 889-896. 2006.

IBAMA. Apresentação. In: **Guia Philips - Parques Nacionais**. 2.ed. São Paulo: Horizonte Geográfico, 2003. 368 p.

IBAMA. Aspectos Gerais do Parque Nacional Sant-Hilaire/ Lange. Disponível em: < <http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/reuc/144.htm> >Acessado em 05 de agosto de 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 07, 1992. 92 p.

JOHN, D.M.; MOORE, J.A. Observation on phytobenthos of freshwater Thames I. The environment, floristic composition and distribution of macrophytes (principally macroalgae). **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 102, p. 435-459. 1985.

JOHANSSON, C. Attached algal vegetation in running waters of Jämtland, Sweden. **Acta Phytogeographica Suecica**, Uppsala, v. 71, p. 1-83. 1982.

Kawecka, B. Sessile algae in European mountain streams. 1. The ecological characteristics of communities. **Acta Hydrobiologica**, Kraków, v. 22, p. 361-420. 1980.

Kawecka, B. Stream ecosystem in mountain grassland (West Carpathians). 6: Sessile algae communities. **Acta Hydrobiologica**, Kraków, v. 24, p. 357-365. 1982.

Klein, R.M. **Ecologia da Flora e Vegetação do Vale do Itajaí**. Itajaí: Sellowia, v. 31. 1979.

Komárek, J.; Anagnostidis, K. Cyanoprokaryota, part 2. Oscillatoriales. **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. In: Büdel, B.; Gärtner, G.; Krienitz, L.; Schagerl, M. (Ed.). Jena: Gustav Fischer. 2005. v. 19, 757 p.

Krupek, R.A. **Comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras, Guarapuava, Paraná: flora e dinâmica sazonal**. Curitiba, 2006. 110 p. Dissertação de Mestrado, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Krupek, R.A.; Branco, C.C.Z.; Peres, C.K. Distribuição ecológica das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do Rio das Pedras, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, no prelo.

Lamberti, G.A. The role of periphyton in benthic food webs. In: Stevenson, R.J.; Bothwell, M.; Lowe, R.L. (Ed.) **Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems**. Academic Press, San Diego. 1996. p. 533-564.

Leukart, P. Studies on the macroalgal vegetation of a small soft-water stream in the Spessart mountains, Germany, with reference to algal distribution and seasonality. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 79, p. 77-92. 1995.

Maack, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora José Olympio, 1981. 450 p.

Maitland, P.S. **Biology of Fresh Waters**. Glasgow: Blackie, 1978. 244 p.

McCune, B.; Mefford, M.J. **Multivariate analysis of ecological data**. MjM Software, Glendens Beach, OR. 1999.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Ministério do Meio Ambiente, Conservation International of Brazil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas – MG, Brasília. 2000.

NECCHI JÚNIOR, O. Catálogo das Rhodophyta de águas continentais do Brasil. **Rickia**, São Paulo, v. 11, p. 99-107. 1984.

NECCHI JÚNIOR, O. Rhodophyta de água doce do Estado de São Paulo: levantamento taxonômico. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 11, p. 11-69. 1989.

NECCHI JÚNIOR, O. The section Sirodotia of *Batrachospermum* (Rhodophyta, Batrachospermaceae) in Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 62, p. 17-30. 1991.

NECCHI JÚNIOR, O. Macroalgae dynamics in a spring in São Paulo State, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 124, n. 4, p. 489-499. 1992.

NECCHI JÚNIOR, O. Distribution and seasonal dynamics of Rhodophyta in the Preto River basin, southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 250, p. 81-90. 1993.

NECCHI JÚNIOR, O. Photosynthetic responses to temperature in tropical lotic macroalgae. **Phycological Research**, Tóquio, v. 52, p. 140-148. 2004a.

NECCHI JÚNIOR, O. Light-related photosynthetic characteristics of lotic macroalgae. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 525, p. 139-155. 2004b.

NECCHI JÚNIOR, O. Short-term responses of photosynthesis to temperature and irradiance in the freshwater red alga *Compsopogon coeruleus*. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 119. 2005.

NECCHI JÚNIOR, O.; BICUDO, D.C. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 3: Rhodophyceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 89-92. 1992.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C.C.Z. Phenology of a dioecious population of *Batrachospermum delicatulum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in a stream from Southeastern Brazil. **Phycological Research**, Tóquio, v. 47, p. 169-174. 1998.

NECCHI JÚNIOR, O.; DIP, M.R. The family Compsopogonaceae (Rhodophyta) in Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 66, p. 105-118. 1992.

NECCHI JÚNIOR, O.; PASCOALOTO, D. Seasonal dynamics of macroalgal communities in the Preto River basin, São Paulo, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 129, p. 231-252. 1993.

NECCHI JÚNIOR, O.; ZUCCHI, M.R.J. Systematics and distribution of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in Brazil. **European Journal of Phycology**, Cambridge, v. 30, p. 209-218. 1995.

NECCHI JÚNIOR, O.; ZUCCHI, M.R.J. *Audouinella macrospora* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) is the 'Chantransia' stage of *Batrachospermum* (Batrachospermaceae). **Phycologia**, Lawrence, v. 36, p. 220-224. 1997a.

NECCHI JÚNIOR, O.; ZUCCHI, M.R.J. Taxonomy and distribution of *Thorea* (Thoreaceae, Rhodophyta) in Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 84, p. 84-90. 1997b.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C.C.Z.; BRANCO, L.H.Z. Distribution of stream macroalgae in São Paulo State, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 97, p. 43-57. 2000.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, L.H.Z.; BRANCO, C.C.Z. Comparison of three techniques for estimating periphyton abundance in bedrock streams. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 134, p. 393-402. 1995.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, L.H.Z.; BRANCO, C.C.Z. Ecological distribution of stream macroalgal communities from a drainage basin in the Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 63, p. 1-12. 2003.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, L.H.Z.; DIP, M.R. Uso de macroalgas para avaliação da poluição orgânica no Rio Preto, noroeste do Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 359-371. 1994.

NECCHI JÚNIOR, O.; DIP, M.R.; GÓES, R.M. Macroalgae of a stream in Southeastern Brazil: composition, seasonal variation and relation to physical and chemical variables. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 213, p. 241-250. 1991.

NECCHI JÚNIOR, O.; PASCOALOTO, D.; BRANCO, L.H.Z. Distribution of macroalgae in a tropical river basin from Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 129, p. 459-471, 1994.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C.C.Z.; SIMÕES, R.C.G.; BRANCO, L.H.Z. Distribution of stream macroalgae in northwest region of São Paulo State, Southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 299, p. 219-230. 1995.

NECCHI JÚNIOR, O.; PASCOALOTO, D.; BRANCO, C.C.Z.; BRANCO, L.H.Z. Stream macroalgal flora from the northwest region of São Paulo State, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 84, p. 91-112. 1997.

NECCHI JÚNIOR, O.; SPEZAMIGLIO, D.N.; BRANCO, C.C.Z.; BRANCO, L.H.Z. Estudo taxonômico e distribuição ecológica do gênero *Vaucheria* (Xanthophyta, Vaucheriaceae) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 28, p. 231-242. 2001.

NECCHI JÚNIOR, O.; SPEZAMIGLIO, D.N.; BRANCO, C.C.Z.; BRANCO, L.H.Z. Taxonomy and ecological distribution of the genus *Microspora* (Microsporaceae, Chlorophyta) in lotic ecosystems of São Paulo State, Southeastern Brazil. **Archiv für Hydrobiologie: Algological Studies**, Stuttgart, v. 105, p. 39-50. 2002.

PEREIRA, J.L.; BRANCO, L.H.Z. Aspectos taxonômicos de *Schizomeris* Kützinger (Chaetophorales, Chlorophyta). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, p. 305-318. 2005.

PFISTER, P. Seasonality of macroalgal distribution pattern within the reach of a gravel stream (Isar, Tyrol, Austria). **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 129, p. 89-107. 1993.

PRÓ-ATLÂNTICA. **Zoneamento Ecológico-Econômico e Plano de Gestão da APA de Guaratuba**. Relatório de consultoria apresentado por Harald Mueller. Curitiba. 2002.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 75-92. 2002.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; SANTOS, E.P. Caracterisation des unités phytogéographiques dans l'état du Paraná, Brésil, et leur état de conservation. **Biogeographica**, Paris, v. 77, n. 4, p. 129-140. 2001.

ROHLF, F.J. **NTSYS-*pc*: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.0, User's Guide**. New York: Exeter Software, 1998.

ROUND, F.E. **A Biologia das Algas**. tradução de Francisco Perlingeiro Neto. 2.ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1983. 263 p.

RYAN, B.F.; JOINER, B.L.; RYAN, T.A.Jr. **Minitab handbook**. Boston: Duxbury, 1985. 374 p.

SANT'ANNA, C.L. Scytonemataceae (Cyanophyceae) from the State of São Paulo, Southern Brazil. **Nova Hedwigia**, Stuttgart, v. 46, p. 519-539. 1988.

SHEATH, R.G.; BURKHOLDER, J. Characteristics of softwater stream in Rhode Island. II: Composition and seasonal dynamics of macroalgal communities. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 128, p. 109-118. 1985.

SHEATH, R.G.; COLE, K.M. Biogeography of stream macroalgae in North America. **Journal of Phycology**, New York, v. 28, p. 448-460. 1992.

SHEATH, R.G.; COLE, K.M. Stream macroalgae of the Fiji Islands: A preliminary study. **Pacific Science**, Honolulu, v. 50, n. 1, p. 46-54. 1996.

SHEATH, R.G.; MÜLLER, K.M. Distribution of stream macroalgae in four high arctic drainage basins. **Artic**, Calgary, v. 50, p. 355-364. 1997.

SHEATH, R.G.; HAMBROOK, J.A.; NERONE, C.A. The benthic macro-algae of Georgia Bay, the North Channel and their drainage basin. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 163, p. 141-148. 1988.

SHEATH, R.G.; HAMILTON, P.B.; HAMBROOK, J.A.; COLE, K.M. Stream macroalgae of eastern boreal forest region of North America. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 67, p. 3553-3562. 1989.

SHEATH, R.G.; MORISON, M.O.; KORCH, J.E.; KACZMARCZYK, D.; COLE, K.M. Distribution of stream macroalgae in South-central Alaska. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 135, p. 259-269. 1986.

SHEATH, R.G.; VIS, M.L.; HAMBROOK, J.A.; COLE, K.M. Tundra stream macroalgae of North America: composition, distribution and physiological adaptations. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 336, p. 67-82. 1996.

SHERWOOD, A.R.; KIDO, M.H. Watershed-scale comparisons of algal biodiversity in high quality proximate Hawaiian stream ecosystems. **Pacific Science**, Honolulu, v. 56, p. 431-440. 2002.

- SHERWOOD, A.R.; SHEATH, R.G. Seasonality of macroalgae and epilithic diatoms in spring-fed streams in Texas, U.S.A. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 390, p. 73-82. 1999.
- SHERWOOD, A.R.; RINTOUL, T.L.; MÜLLER, K.M.; SHEATH, R.G. Seasonality of epilithic diatoms, macroalgae and macrophytes in a spring-fed stream system in Ontario, Canada. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 435, p. 143-152. 2000.
- SILVA, S.M.F.; SANT'ANNA, C.L. Stigonemataceae (Cyanophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil: gênero *Stigonema* Bornet & Flahault. **Hoehnea**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 33-58. 1996.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**. New York: W.H. Freeman, 1981. 859 p.
- SOPHIA, M.G.; DIAS, I.C.A. Algas de três ambientes de águas claras do Município de Parintins, Estado do Amazonas, Brasil: Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 59-80. 1996.
- STOCK, M.S.; WARD, A.K. Blue-green algal mats in a small stream. **Journal of Phycology**, New York, v. 27, p. 692-698. 1991.
- STRAHLER, H.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union**, Washington, v. 33, p. 913-920. 1957.
- VERB, R.G.; VIS, M.L. Macroalgal communities from a acid mine drainage impacted watershed. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 71, p. 93-107. 2001.
- VIEIRA JÚNIOR, J.; NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C.C.Z.; BRANCO, L.H.Z. Characeae (Chlorophyta) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil: gênero *Chara*. **Hoehnea**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 53-70. 2002a.
- VIEIRA JÚNIOR, J.; NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C.C.Z.; BRANCO, L.H.Z. Characeae (Chlorophyta) em ecossistemas lóticos do Estado de São Paulo, Brasil: gênero *Nitella*. **Hoehnea**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 249-266. 2002b.
- VIS, M.L.; SHEATH, R.G.; HAMBROOK, J.A.; COLE, K.M. Stream macroalgae of the Hawaiian islands: a preliminary study. **Pacific Science**, Honolulu, v. 48, p. 175-187. 1994.
- WARD, J.V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, v. 8, p. 2-8. 1989.
- ZUCCHI, M.R.; NECCHI JÚNIOR, O. Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture. **Phycological Research**, Tóquio, v. 49, p. 103-114. 2001.

**APÊNDICE**  
**FIGURAS**

Figura 01: (A) América do Sul mostrando o Brasil e o Estado do Paraná, (B) Paraná destacando a porção leste e (C) porção leste e a localização da Serra da Prata.

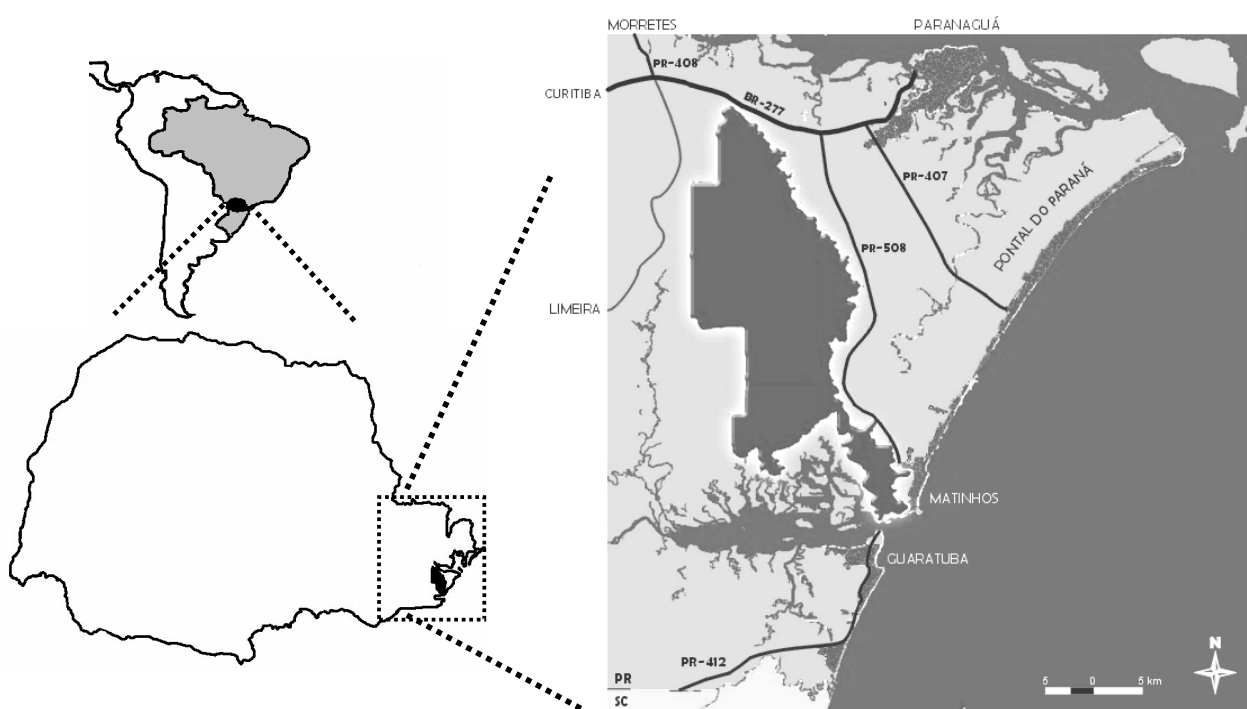
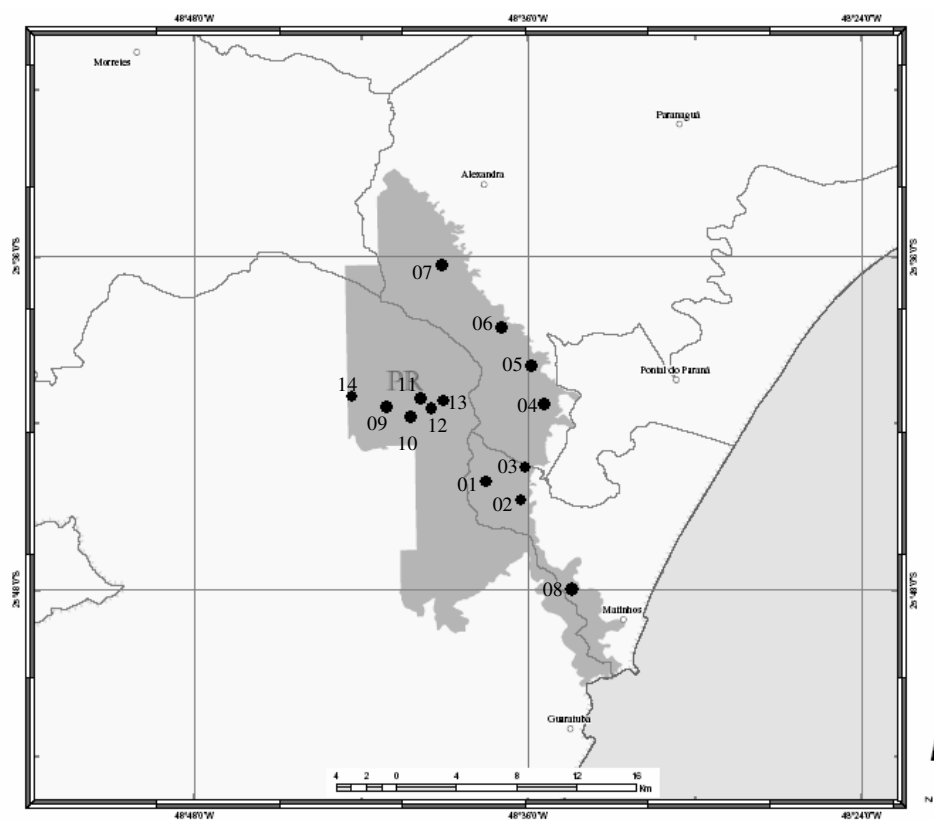
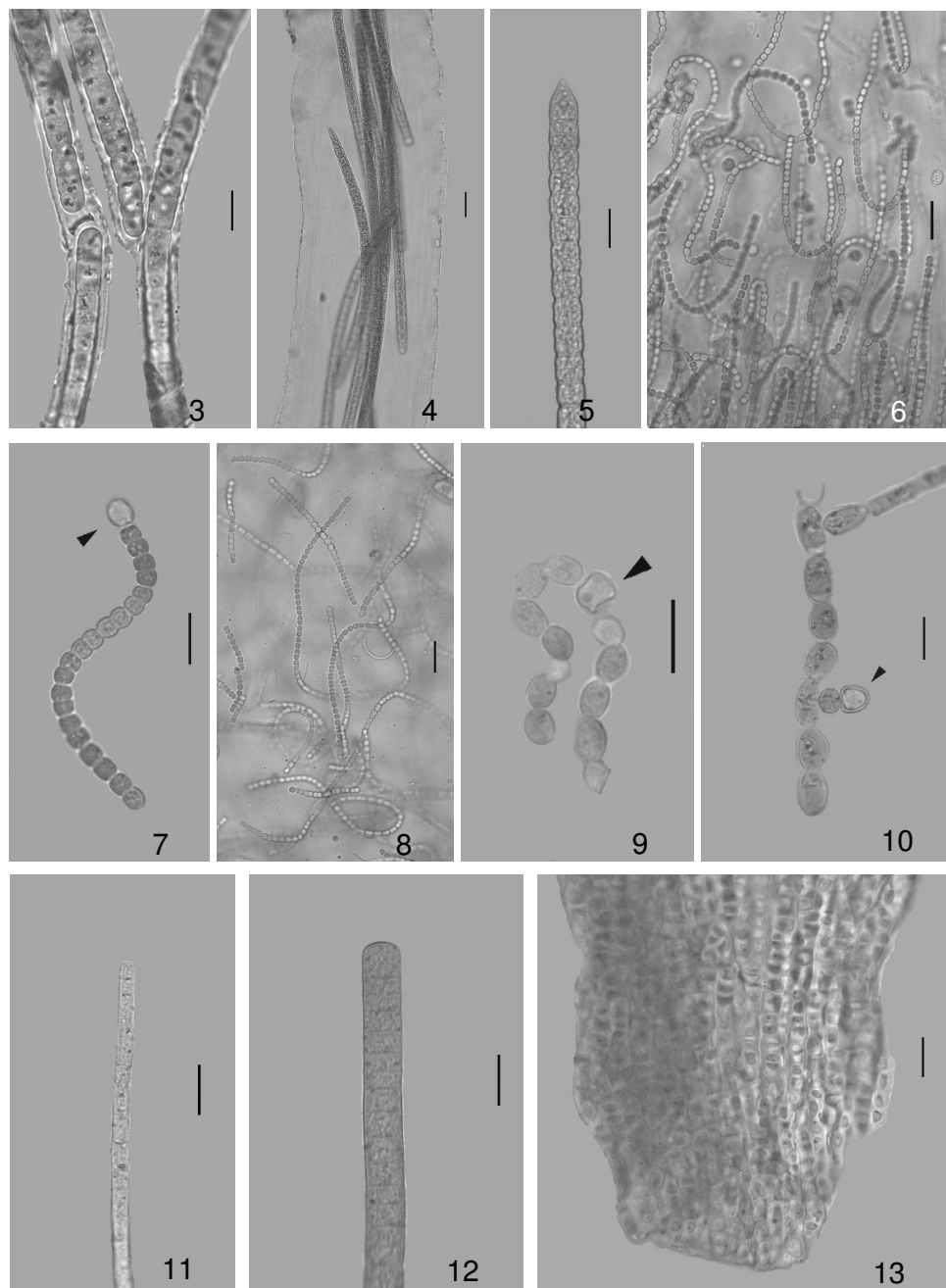
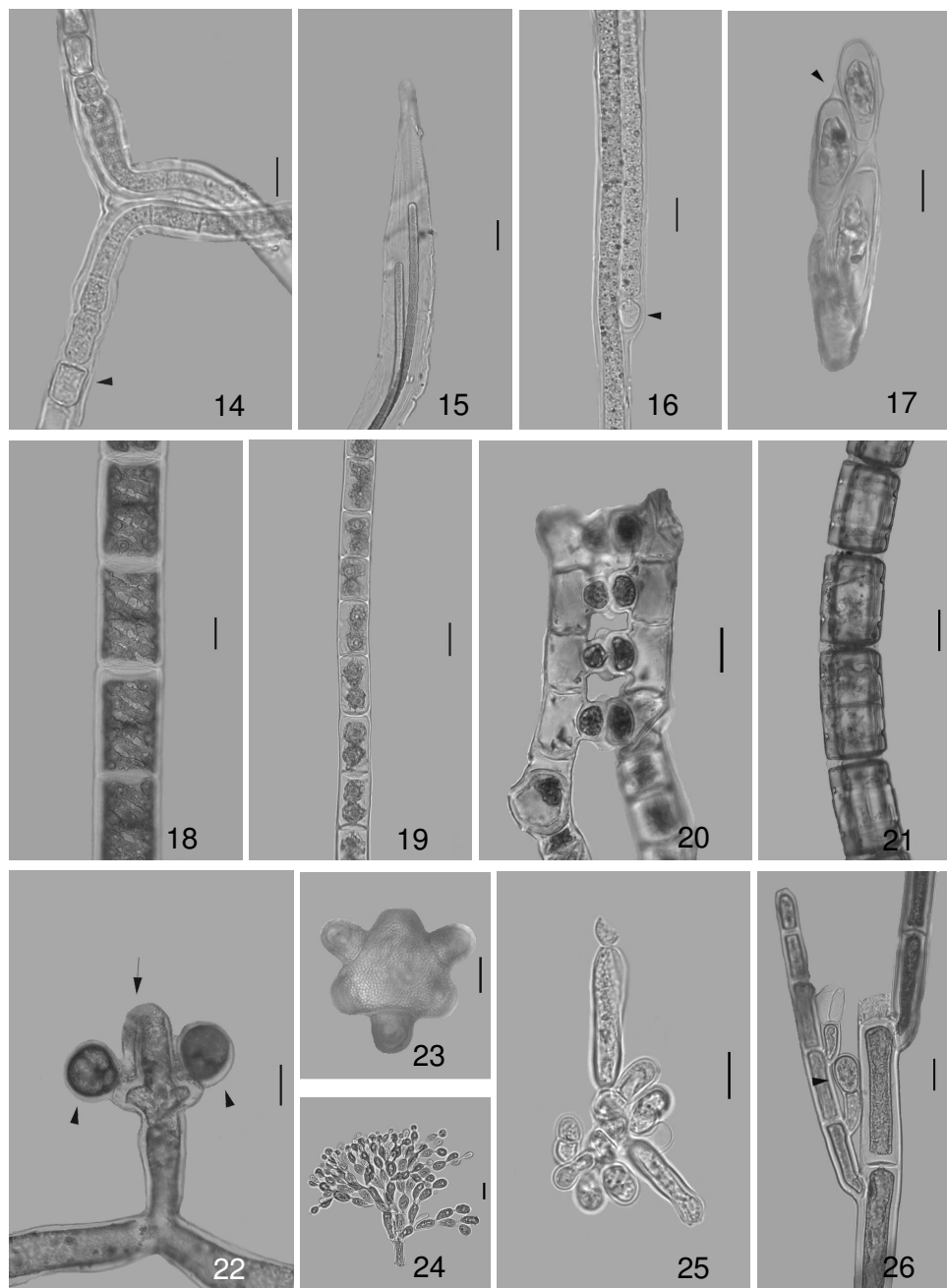


Figura 02: Mapa mostrando a distribuição dos pontos de amostragem na Serra da Prata. Os pontos de amostragem utilizados para o estudo ecológico (distribuição ambiental e dinâmica temporal) estão localizados na porção leste (pontos 01-08)





**Figuras 3-13.** 3: *Blennothrix komarekii*. 4-5: *Microcoleus subtorulosus*, 4: filamento com vários tricomas, 5: tricoma; 6-7: *Nostoc verrucosum*, 6: aspecto da colônia, 7: filamento mostrando heterocito basal (ponta de seta); 8-9: *Nostoc* sp., 8: aspecto da colônia, 9: filamento mostrando heterocito intercalar (ponta de seta); 10: *Nostochopsis lobatus*, parte do filamento mostrando heterocito pedunculado (ponta de seta); 11: *Phormidium aerugineo-caeruleum*; 12: *Phormidium retzii*; 13: *Pleurocapsa fluviatilis*. [Barra de escala: figs. 4, 6 e 8 = 20  $\mu\text{m}$ ; figs. 3, 5, 7, 9-13 = 10  $\mu\text{m}$ ].



**Figuras 14-26.** 14: *Scytonema arcangeli*, filamento com falsa ramificação dupla mostrando heterocito (ponta de seta); 15: *Symplocastrum friesii*; 16: *Tolypothrix tenuis* filamento com falsa ramificação simples mostrando heterocito (ponta de seta); 17: *Ecballocystis pulvinata* var. *pulvinata*, colônia dendróide mostrando camada gelatinizada da geração anterior (ponta de seta); 18: *Spirogyra* sp.; 19: *Zygnema* sp.; 20: *Zygogonium ericetorum*, tubo de conjugação; 21 e 23: *Hydrosera whampöensis* var. *whampöensis*, 21: colônia formando filamento, 23: vista valvar; 22: *Vaucheria geminata*, gametóforo mostrando oogônios (ponta de seta) e anterídeo (seta); 24-25: *Batrachospermum ambiguum*, 24: ramo primário, 25: carpogônio; 26: Estágio 'Chantransia' de *Batrachospermum* spp., filamento ramificado mostrando monosporângio (ponta de seta). [Barra de escala: figs. 21-22 = 50  $\mu$ m; figs. 15, 18-20, 23 e 26 = 20  $\mu$ m; figs. 14, 16-17, 24-25 = 10  $\mu$ m].

Figura 27: Gráficos mostrando os valores das variáveis ambientais mensuradas nos pontos de amostragem nas duas estações contrastantes.

( ■ inverno □ verão).

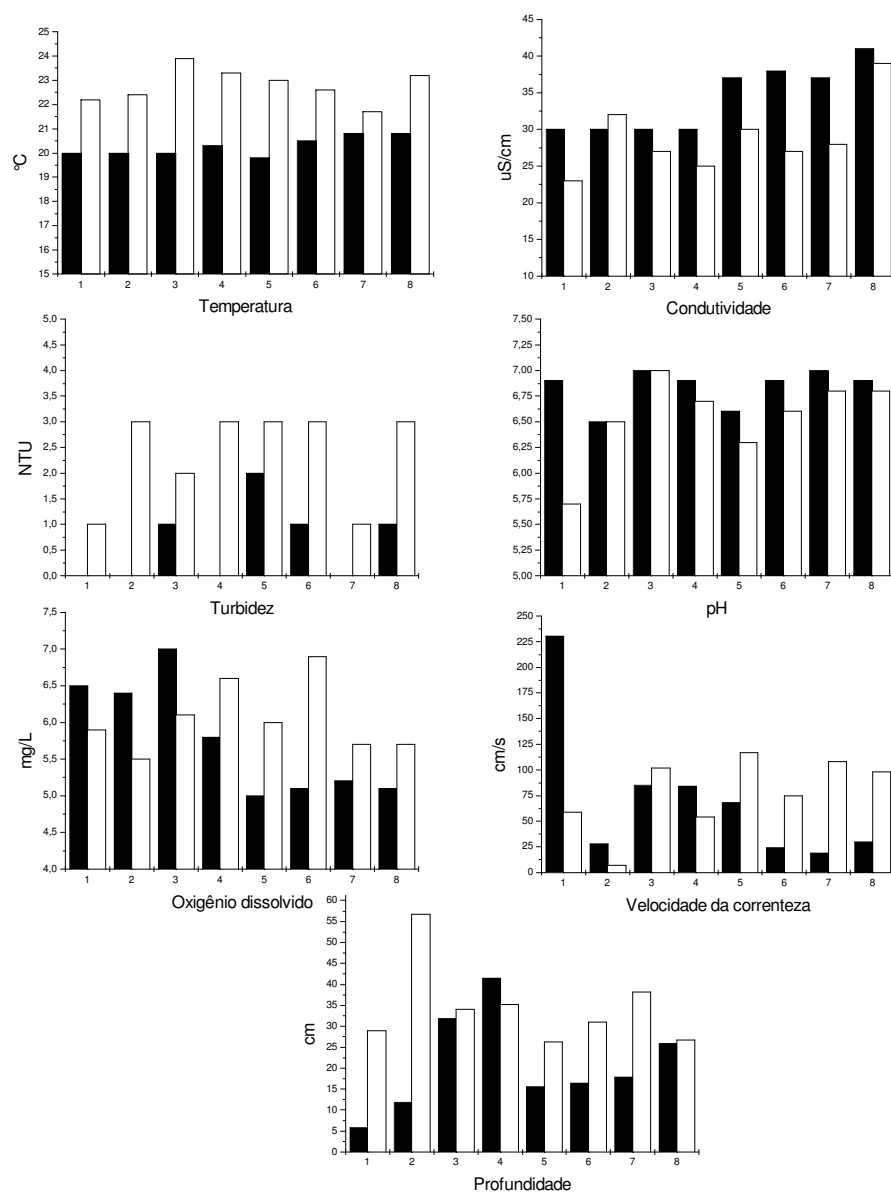


Figura 28: A) Precipitação média mensal no período de amostragem e B) Precipitação acumulada nos dias anteriores à amostragem: ■ sete dias; ■ quinze dias e; □ trinta dias; (1 = inverno; 2= verão).

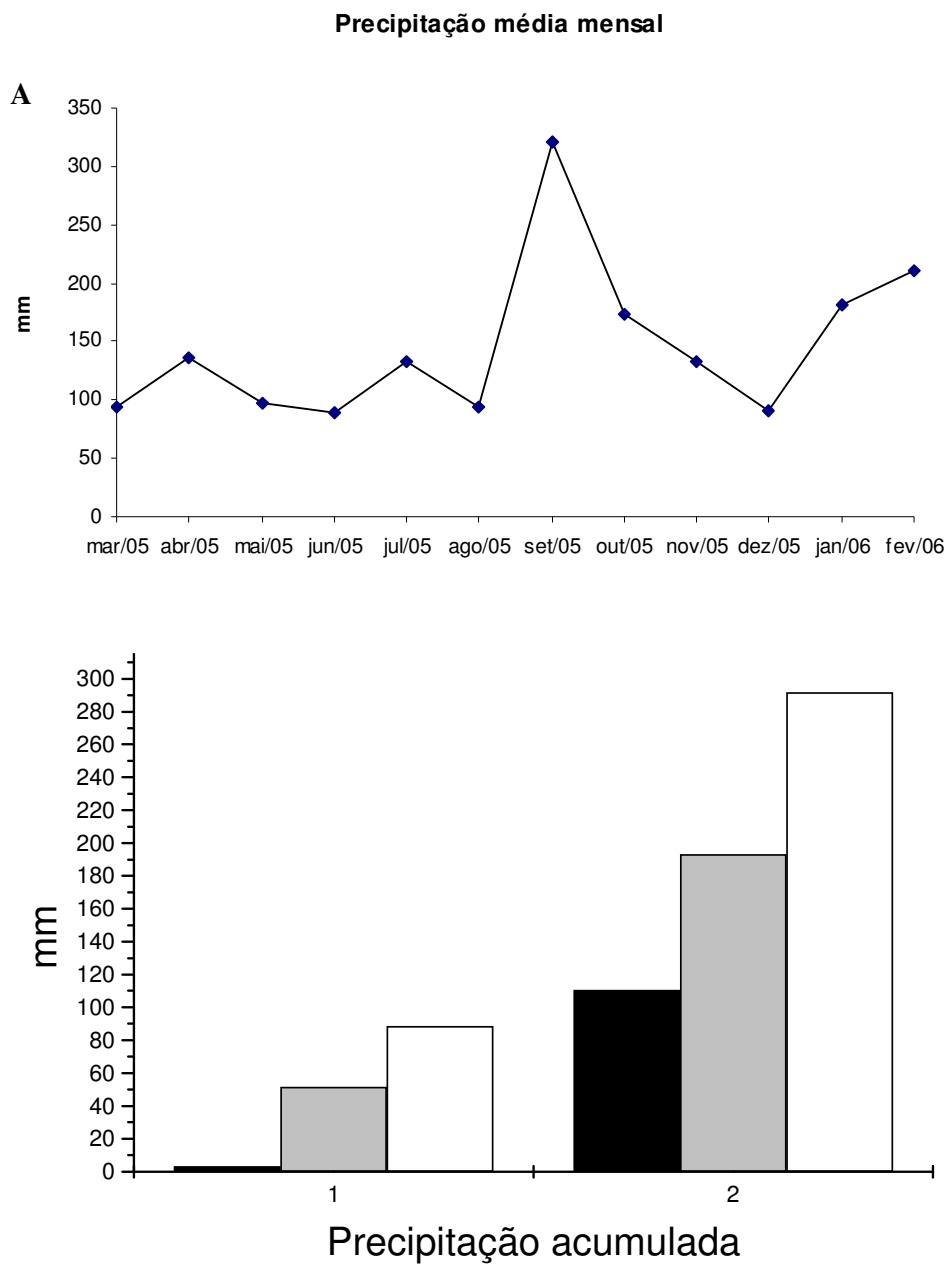


Figura 29: Análise dos Componentes Principais (PCA) realizada com as variáveis ambientais nos pontos de amostragem nas duas estações contrastantes (**Inv** = inverno; **Ver** = verão; **C** = sombreado e; **D** = fortemente sombreado).

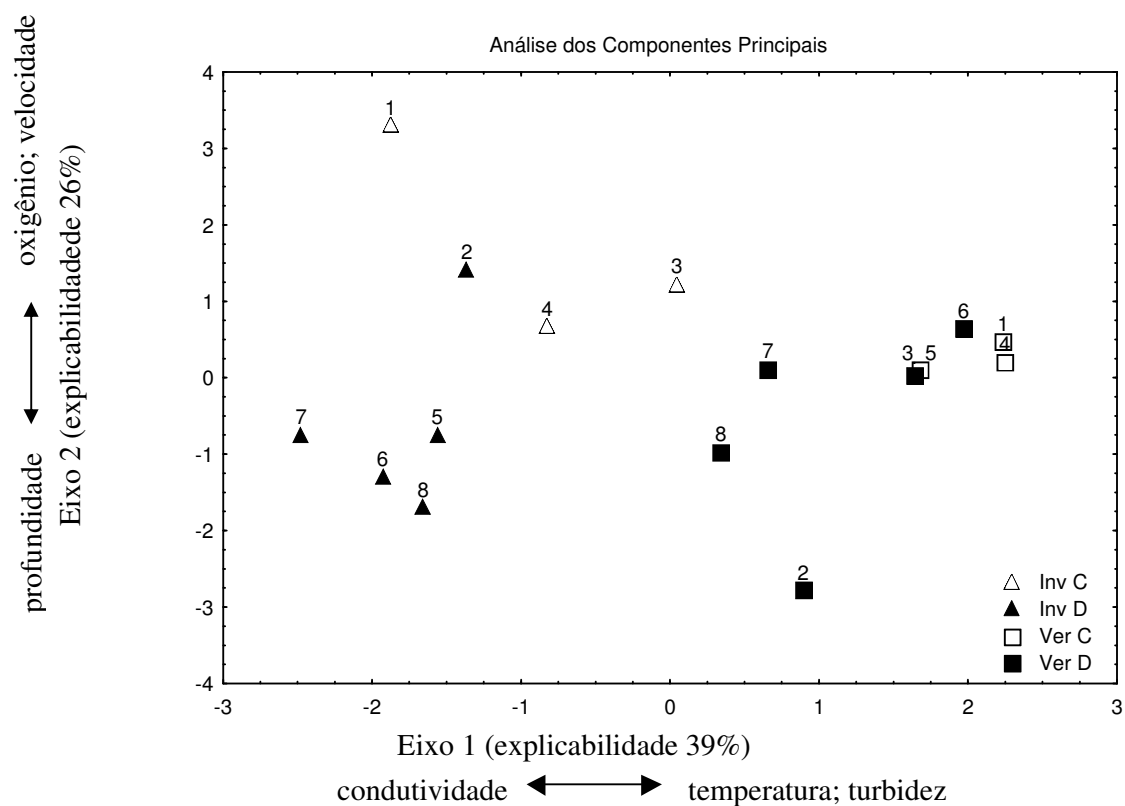


Figura 30: Gráficos dos valores de riqueza e abundância nos pontos de amostragem nas duas estações contrastantes. (■ inverno □ verão).

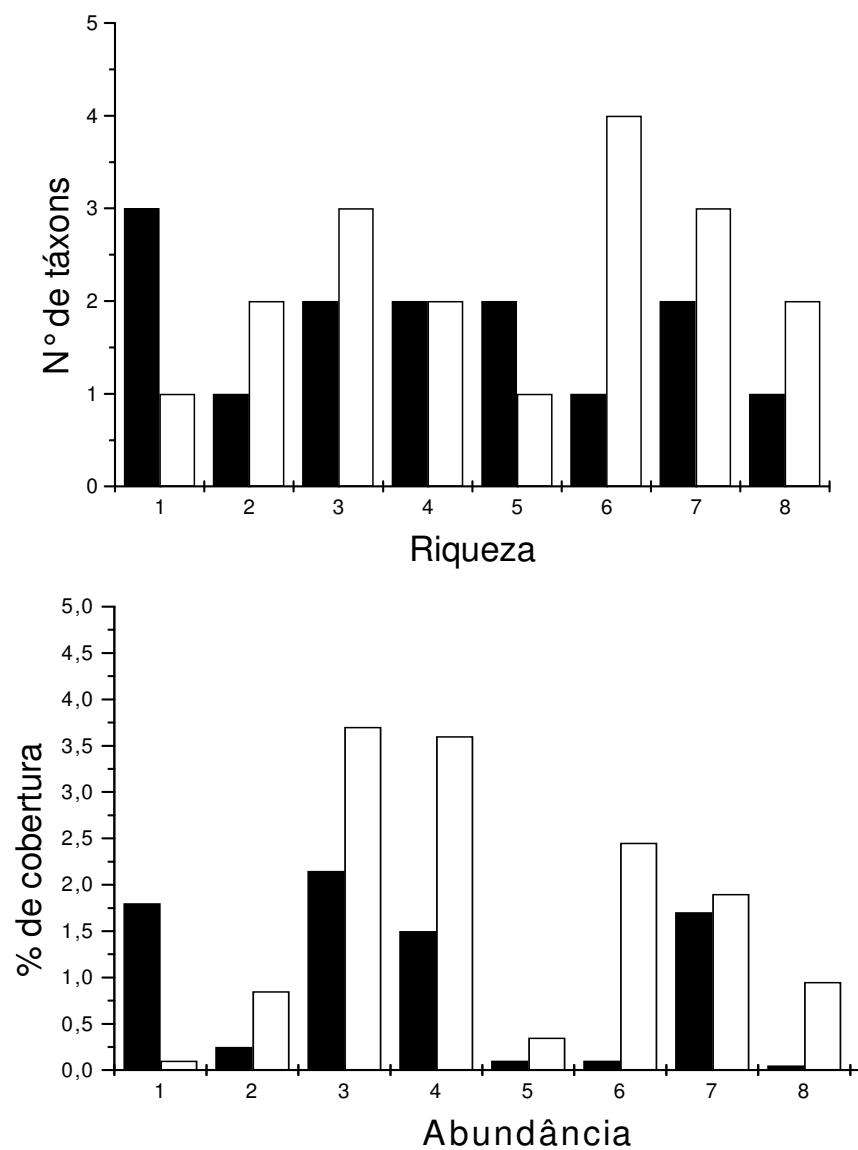


Figura 31: Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) baseada na presença/ausência das espécies de macroalgas nos diferentes pontos de amostragem nas duas estações contrastantes na Serra da Prata (**Inv** = inverno; **Ver** = verão; **C** = sombreado e; **D** = fortemente sombreado). O ponto 4 (inverno) teve uma comunidade muito particular e teve que ser retirado da análise porque deslocava todos os outros para a esquerda, não permitindo a visualização de qualquer padrão.

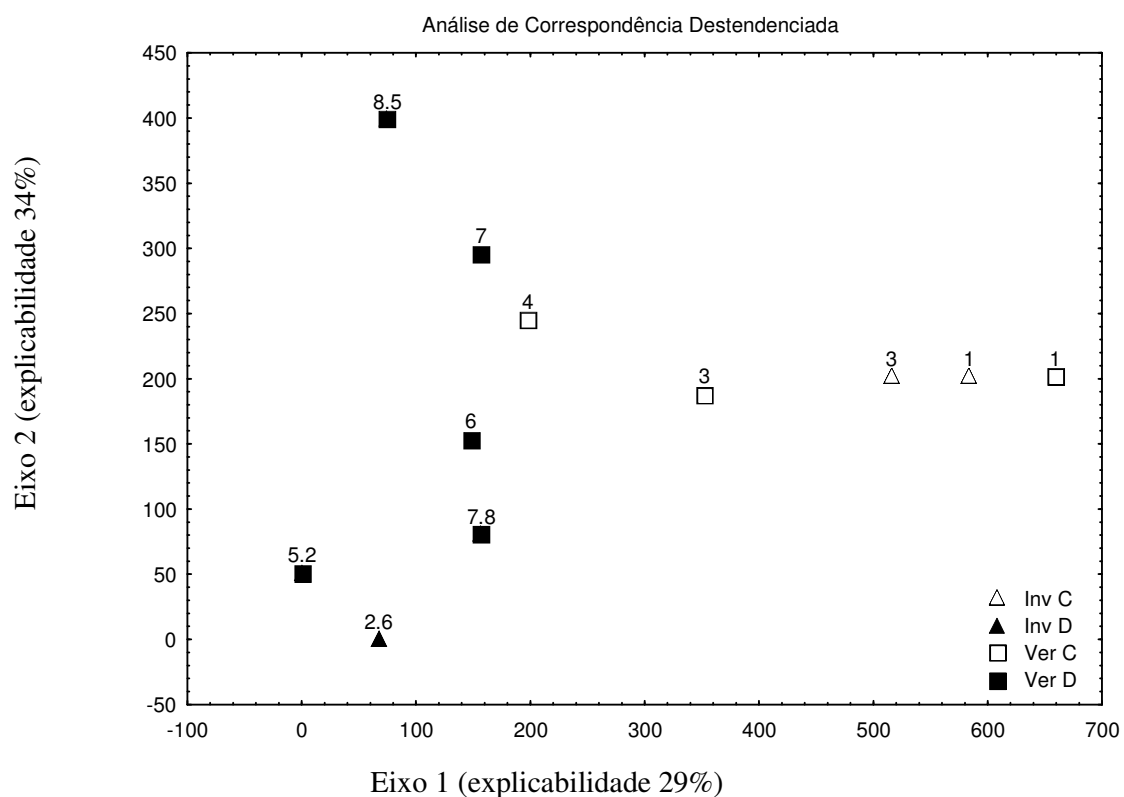


Figura 32: Análise de Agrupamento dos pontos de amostragem em ambas as estações, baseado na presença/ausência dos táxons (**i**=inverno e **v**=verão). O Índice de Correlação Cofenética foi **0.89241**.

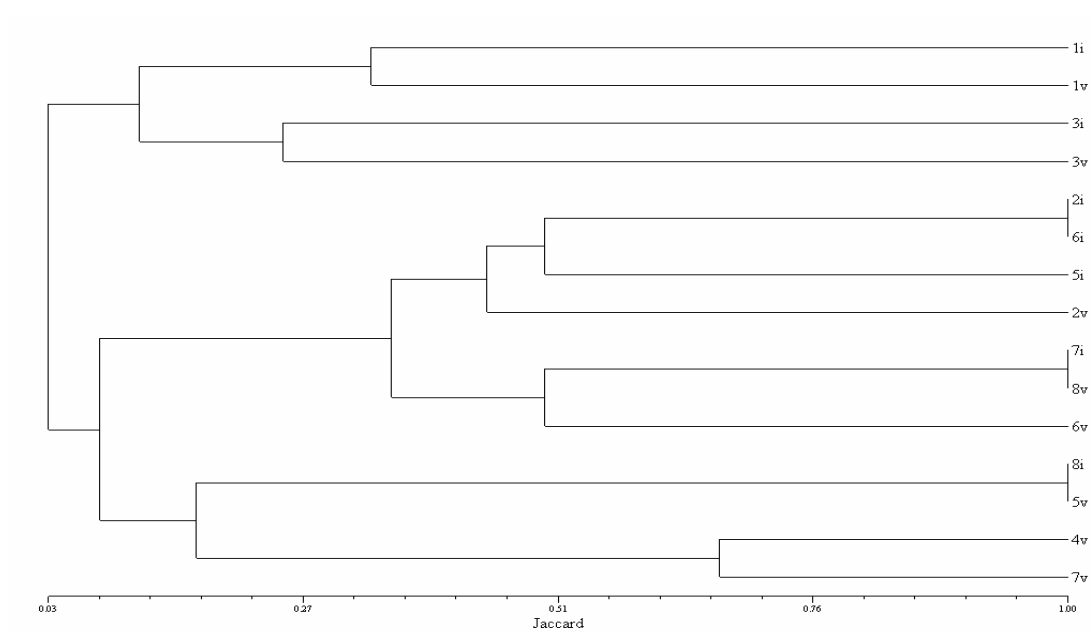


Figura 33: Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) baseada na presença/ausência de espécies de macroalgas em 22 regiões comparadas com os resultados encontrados na Serra da Prata. Os códigos de cada região correspondem com os da Tabela 02 apresentada no material e métodos.

