

Distribuição ecológica das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do Rio das Pedras, região Centro-Sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil

ROGÉRIO A. KRUPEK¹, CIRO C. Z. BRANCO^{1,2} e CLETO K. PERES¹

(recebido: 24 de novembro de 2005; aceito: 15 de fevereiro de 2007)

ABSTRACT – (Ecological distribution of stream macroalgal communities from Rio das Pedras drainage basin, mid-southern region of Paraná State, southern Brazil). Macroalgal communities of nineteen stream segments from Rio das Pedras drainage basin, mid-southern region of Paraná State, southern Brazil (25°13'–25°26' S, 51°13'–51°28' W) were investigated regarding taxonomic and ecological aspects. Sixteen stream segments were visited once and three were examined monthly from April 2004 to March 2005. Thirty-six taxa were found, and *Phormidium retzii* (C. Agardh) Gomont (Cyanophyta) was the most widespread species, occurring in nine sampling sites (47%). Otherwise, a very high proportion of species had restrict distribution (58% of species occurred in one stream segment). Species richness in the drainage basin was relatively high, however, the species richness in each stream segment was relatively low. Species abundance had very low values, both to drainage basin and individual sampling sites. Correlation analyses revealed only few correlations among some environmental variables and the macroalgal communities' distributional patterns in the study area. Thus, the results suggest that the local variation in the environmental features define a typical macroalgal community to each sampling site.

Key words - drainage basin, ecological distribution, macroalgae, Paraná State, stream

RESUMO – (Distribuição ecológica das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do Rio das Pedras, região Centro-Sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil). As comunidades de macroalgas de dezenove riachos foram investigadas quanto aos seus aspectos taxonômicos e ecológicos na bacia de drenagem do Rio das Pedras, localizada na região Centro-Sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil (25°13'–25°26' S, 51°13'–51°28' W). Dezesesseis riachos foram amostrados uma vez e três examinados mensalmente durante o período de abril de 2004 a março de 2005. Trinta e seis táxons foram encontrados e a espécie mais bem distribuída foi *Phormidium retzii* (C. Agardh) Gomont (Cyanophyta), ocorrendo em nove pontos de amostragem (47%). Por outro lado, foi registrada altíssima proporção de espécies de distribuição restrita (58% das espécies ocorreram em um ponto de amostragem). A riqueza global de espécies encontrada para a bacia do Rio das Pedras foi relativamente alta, no entanto, a riqueza de espécies registradas nos pontos de amostragem individualmente mostrou valores relativamente baixos. A abundância de espécies registrou valores muito baixos, tanto para a bacia como um todo quanto nos pontos de amostragem individualmente. As análises de correlação revelaram apenas poucas correlações entre algumas variáveis ambientais e o padrão de distribuição das comunidades de macroalgas na área de estudo. Neste sentido, os resultados sugerem que as variações das características ambientais de cada local definem uma comunidade de macroalgas típica para cada ponto de amostragem.

Palavras-chave - bacia de drenagem, distribuição ecológica, Estado do Paraná, macroalgas, riachos

Introdução

Algas bentônicas são reportadas como a principal fonte de energia primária em muitos rios e riachos de pequeno e médio portes (Stevenson 1996), sendo que as rápidas flutuações das condições físicas e químicas nesses ambientes têm sido indicadas como a principal força que determina a distribuição e abundância desses organismos (Sheath & Burkholder 1985).

Investigações acerca da distribuição de comunidades de macroalgas em ambientes de águas correntes têm sido desenvolvidas principalmente em regiões temperadas ou boreais (Holmes & Whitton 1981, Biggs & Price 1987, Biggs 1990, Sheath & Cole 1992, Sheath *et al.* 1996, Sheath & Müller 1997). Estudos ecológicos enfocando as comunidades de macroalgas de ambientes lóticos brasileiros têm sido realizados principalmente em regiões tropicais (Necchi Júnior *et al.* 1994, 1995, 2000, Branco & Necchi Júnior 1996a, 1998, todos no Estado de São Paulo) e em menor escala em campos de altitude (Necchi Júnior *et al.* 2003).

Contribuições sobre a distribuição ecológica de comunidades de macroalgas em regiões subtropicais do

1. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, Departamento de Biologia, Av. Dom Antônio, 2100, 19806-900, Assis, SP, Brasil.

2. Autor para correspondência: czbranco@assis.unesp.br

Brasil são escassas. Franceschini (1990) realizou estudo sobre a flora de algas azuis de um riacho, em Torres no Estado do Rio Grande do Sul, e Branco *et al.* (dados não publicados) estudaram as comunidades de macroalgas lóticicas da região centro-oeste do Estado do Paraná. Estudos em regiões geográficas e climáticas diferentes podem gerar informações relevantes para melhor entendimento de aspectos da estrutura das comunidades de macroalgas de águas correntes do Brasil.

Considerando a escassez de informação sobre aspectos ecológicos das comunidades de macroalgas em regiões subtropicais brasileiras, o objetivo do presente estudo foi analisar a riqueza e abundância das comunidades de macroalgas e suas relações com variáveis ambientais de riachos selecionados da bacia de drenagem do Rio das Pedras, região Centro-Sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil.

Material e métodos

A área de estudo compreende a bacia de drenagem do Rio das Pedras (25°13'-25°26' S, 51°13'-51°28' W), localizada na região Centro-Sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil (figura 1). A vegetação natural predominante é a Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Floresta com Araucária, mais especificamente a Alto Montana, localizada acima de 1.000 metros de altitude. Os solos que circundam os pequenos corpos d'água contribuintes, os afluentes importantes e o próprio Rio das Pedras são, majoritariamente, pouco desenvolvidos (Cambissolos) e rasos (Neossolos) (Maack 2002).

A riqueza de espécies e a abundância das comunidades de macroalgas foram investigadas em 19 pontos de amostragem distribuídos ao longo da bacia do Rio das Pedras, de modo a formar um conjunto amostral representativo da área. Esses segmentos foram visitados uma vez durante o período de 26 de julho a 21 de agosto de 2004, com exceção dos pontos 17, 18 e 19, os quais foram amostrados mensalmente entre os meses de abril/04 e março/05. Cada ponto de amostragem, incluindo os amostrados mensalmente, foi composto de uma transeção de 10 metros de extensão (Necchi Júnior *et al.* 1995), subdividida em partes iguais de 1 metro, as quais foram examinadas quanto à presença de macroalgas e estimada a abundância em termos de cobertura percentual como descrito em Sheath & Burkholder (1985). O conceito de macroalga adotado neste trabalho e seus respectivos tipos morfológicos foram definidos segundo Sheath & Cole (1992).

As seguintes variáveis ambientais foram registradas em cada um dos pontos de amostragem: profundidade, tipo de substrato, velocidade da correnteza, temperatura da água, turbidez, sombreamento, condutividade específica, pH e

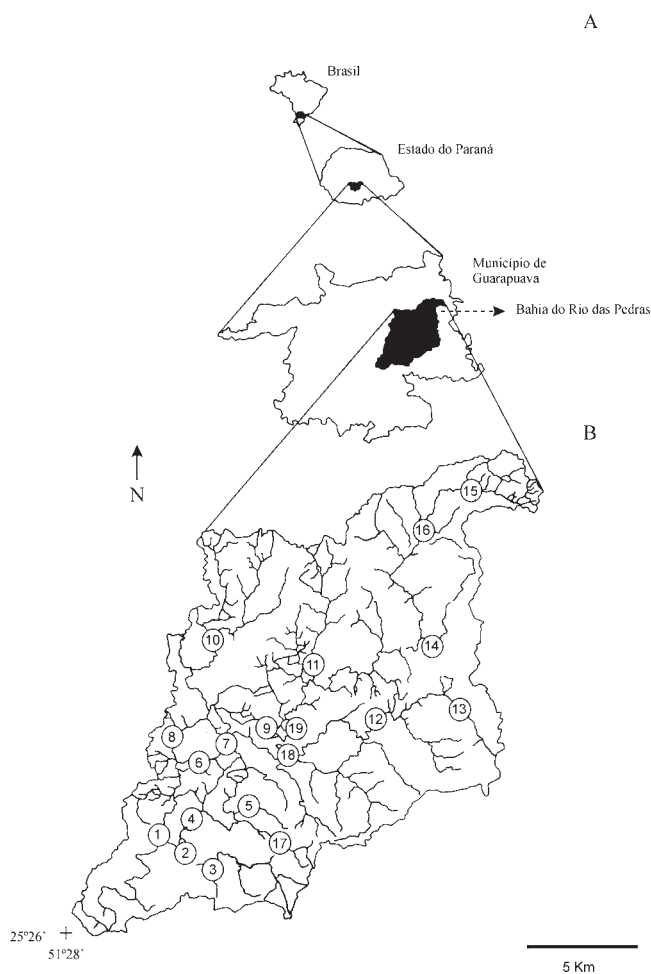


Figura 1. Localização da Bacia do Rio das Pedras na região Centro-Sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil (A) e detalhe das localizações dos 19 pontos de amostragem (B).

Figure 1. Location maps of Rio das Pedras basin in the mid-south of Paraná State, southern Brazil (A) and the 19 sampling sites (B).

oxigênio dissolvido. Todas as variáveis, exceto turbidez, foram medidas em campo. A velocidade da correnteza foi determinada com o fluxômetro mecânico General Oceanics 2030R, a 5 cm de profundidade, de metro em metro, totalizando 10 repetições por ponto de amostragem. Temperatura da água, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido foram medidos, utilizando-se o analisador de água Consort C535, equipado com eletrodos específicos para cada variável. A turbidez foi determinada a partir de uma amostra da água, coletada em cada ponto, acondicionada em frascos plásticos de 250 ml, rotulados individualmente e transportados até o laboratório onde foram analisadas com um turbidímetro Hach 2100P.

A determinação do tipo de substrato foi feita por análise visual do leito do riacho comparando-se o material observado com as classes de tamanho modificadas a partir de Gordon *et*

al. (1992): rocha (substrato contínuo), matacão (> 80 mm), seixos (25-50 mm), cascalho (5-15 mm), areia (< 15 mm). Foi adicionado ainda o substrato argila. Os dados de sombreamento foram tomados com o objetivo de se estimar a quantidade de luz incidente que atinge a superfície da água. A análise desta variável foi feita de acordo com os procedimentos descritos por DeNicola *et al.* (1992), onde quatro classes de sombreamento (aberto, parcialmente sombreado, sombreado e fortemente sombreado) são facilmente distintas e claramente definíveis em campo.

Relações entre riqueza e abundância (cobertura percentual) de espécies com as variáveis ambientais medidas foram determinadas pelo coeficiente de correlação r de Pearson (Sokal & Rohlf 1981). Para cada ponto de amostragem foi calculado o índice de diversidade através da fórmula de Shannon-Wiener (Krebs 1989): $H' = -\sum (p_i) (\log p_i)$, onde p_i = porcentagem de cobertura de cada espécie no ponto i . Todas as análises estatísticas foram realizadas com o pacote computacional Statistica 5.0 (Statsoft Incorporation).

A classificação dos táxons em divisões e famílias seguiu Hoek *et al.* (1995) exceto para Charophyceae (Lee 1989) e Cyanophyta (Komárek & Anagnostidis 1986, 1989 e Anagnostidis & Komárek 1988, 1990). A identificação das espécies foi, fundamentalmente, baseada em trabalhos taxonômicos sobre comunidades de macroalgas de riachos envolvendo especificamente material brasileiro (e.g., Necchi Júnior 1990, Branco & Necchi 1996b, Necchi Júnior *et al.* 1997, Branco *et al.* 1999, 2002).

Resultados

A maioria dos pontos de amostragem foi caracterizada como sendo riachos de pequeno e médio portes, com fundo predominantemente rochoso e alta disponibilidade de luz. Doze dos 19 pontos de amostragem (63%) foram considerados como abertos, ao passo que quatro (22%) foram considerados parcialmente sombreados, dois (10%) sombreados e um (5%) fortemente sombreado. Os substratos rochosos apresentaram amplo predomínio nos riachos amostrados (94,7% dos pontos de amostragem). Oito dos 19 pontos de amostragem registraram predomínio de substrato rochoso do tipo cascalho na composição dos seus leitos (42,1% dos riachos amostrados), enquanto cinco (26,3%) mostraram leitos predominantemente formados por rocha contínua, outros cinco por matacão (26,3%). Apenas um riacho (5,3%) apresentou leito com predomínio de substrato não-rochoso, qual seja, argila.

Os ambientes lóticos estudados apresentaram profundidade com valores médios muito baixos, nunca ultrapassando 37 cm (11,3-36,6 cm, $\bar{x} = 22,2 \pm 7,8$ cm; figura 2). A velocidade da correnteza, na maioria dos

pontos de amostragem, apresentou valores elevados ($\bar{x} = 50,4 \text{ cm s}^{-1} \pm 19,4$). Entretanto, em um único ponto (Ponto 11), o valor registrado foi muito inferior à média provocando grande amplitude para a variável (8,9-83,7 cm s^{-1} ; figura 2). A temperatura apresentou valores baixos em toda a área de estudo (11,9-16,1 °C, $\bar{x} = 13,5 \pm 1,28$; figura 2). A condutividade específica mostrou, de maneira geral, valores relativamente altos (61% dos pontos com valores superiores a 200 $\mu\text{S cm}^{-1}$), no entanto, alguns pontos (particularmente os Pontos 01, 07, 18 e 19) apresentaram valores inferiores a 50 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (25,6-827,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$, $\bar{x} = 303,7 \pm 245,4$; figura 2). A saturação de oxigênio teve valores elevados (61,0-93,5% de saturação, $\bar{x} = 77,5 \pm 8,7$), sendo que 78,9% dos riachos analisados apresentaram valores acima de 70% de saturação (figura 2). O pH variou entre 6,8-7,9 ($\bar{x} = 7,3 \pm 0,3$; figura 2). A turbidez apresentou valores muito baixos, com 89,4% dos pontos com valores inferiores a 5 NTU. Entretanto, nos Pontos 17 e 18, foram registrados valores superiores a 10 NTU, o que provocou um aumento na média desta variável (1,3-20,8 NTU, $\bar{x} = 4,0 \pm 4,5$; figura 2).

As seguintes correlações significativas foram encontradas entre as variáveis ambientais estudadas: temperatura com saturação de oxigênio ($r = -0,580$, $P < 0,01$) e velocidade da correnteza com substrato tipo argila ($r = -0,510$, $P < 0,05$).

O levantamento das comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras resultou na identificação de um total de 35 táxons (tabela 1). A divisão algal mais bem representada foi Cyanophyta (42,8% do total de táxons inventariados), seguida de Chlorophyta (40%), Rhodophyta (14,3%) e Heterokontophyta (2,9%). As espécies mais amplamente distribuídas na bacia foram *Phormidium retzii* (C. Agardh) Gomont (47,4% do total de riachos investigados) e *Batrachospermum puiggarianum* Grunow (36,8%). Por outro lado, 21 espécies (58,3%) foram encontradas somente em um ponto de amostragem (tabelas 1 e 2). A proporção de tipos morfológicos encontrada na área de estudo foi a seguinte: emaranhados de filamentos (34% dos táxons), filamentos gelatinosos (17%), colônias gelatinosas (17%), filamentos livres (17%), tufos (9%) e incrustantes (6%).

O número de espécies de macroalgas por ponto de amostragem variou entre zero e sete ($\bar{x} = 2,6 \pm 1,5$; figura 3), sendo que a ausência de macroalgas e a presença do número máximo foram registradas, cada qual, em apenas um riacho. A abundância da comunidade de macroalgas variou de 0 a 35% de cobertura do leito do riacho ($\bar{x} = 5,0 \pm 8,5$; figura 3), com a maioria tendo

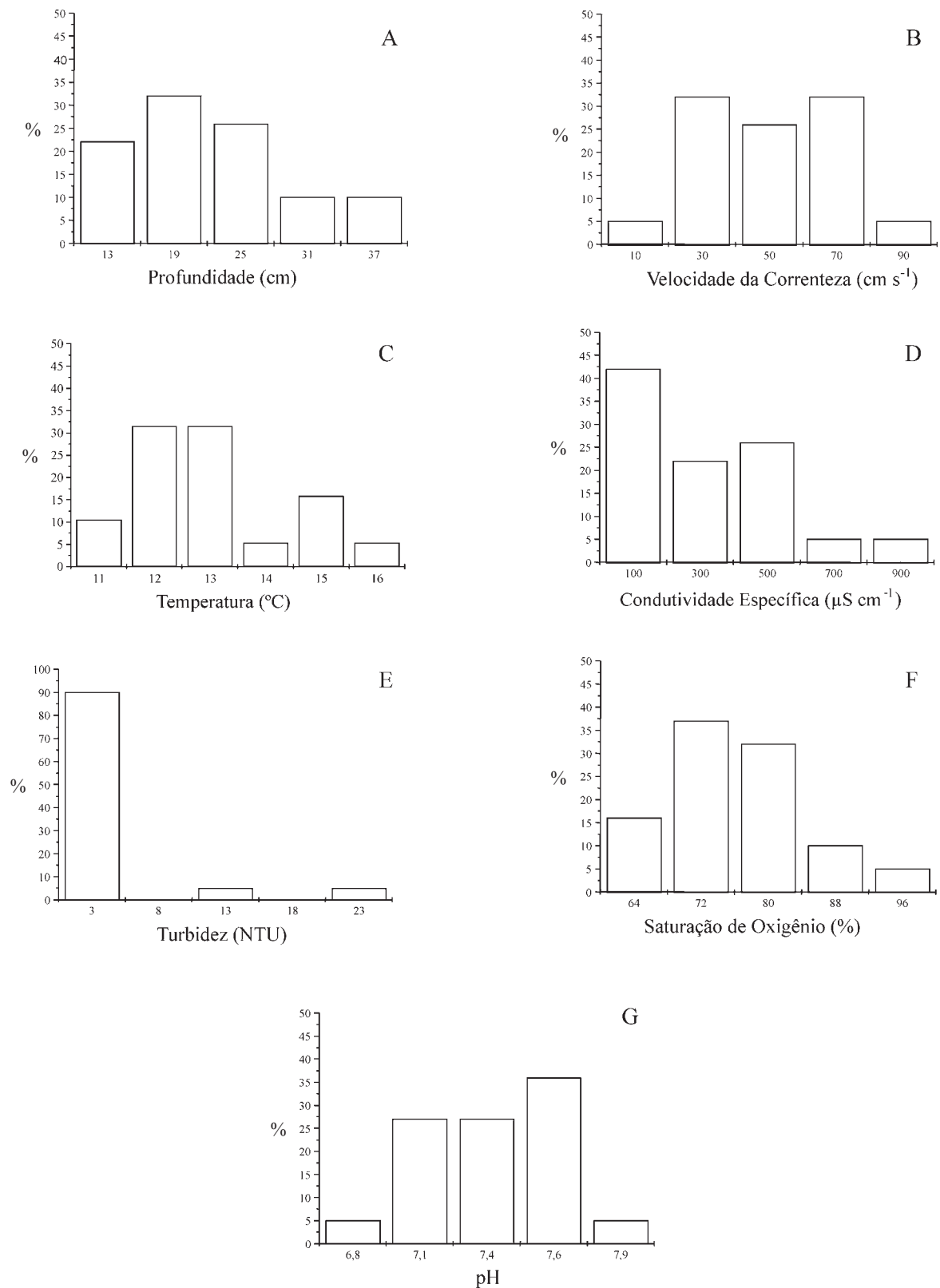


Figura 2. Distribuição de freqüência da profundidade (A), velocidade da correnteza (B), temperatura (C), condutividade específica (D), turbidez (E), saturação de oxigênio (F) e pH (G) por pontos de amostragem na Bacia do Rio das Pedras.

Figure 2. Frequency distribution of depth (A), current velocity (B), temperature (C), specific conductance (D), turbidity (E), oxygen saturation (F), and pH (G) per sampling sites in the Rio das Pedras basin.

Tabela 1. Espécies de macroalgas identificadas na Bacia do Rio das Pedras (PR). O símbolo (s) refere-se à ocorrência da espécie em amostragens sazonais.

Table 1. Macroalgal species identified at the Rio das Pedras basin (PR). The symbol (s) refers to the species occurrence in seasonal samplings.

Táxon	Pontos de amostragem
CYANOPHYTA	
<i>Fischerella</i> sp.	02
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh ex Gomont) Anagnostidis	17
<i>Komvophoron schmidlei</i> (Jaage) Anagnostidis & Komárek	03
<i>Nostoc verrucosum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault	04
<i>Nostochopsis lobatus</i> Wood ex Bornet & Flahault	17(s)
<i>Phormidium autumnale</i> (Agardh) Gomont	08
<i>Phormidium kuetzingianum</i> (Kirchner) Anagnostidis & Komárek	12
<i>Phormidium puteale</i> (Montagne ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	07
<i>Phormidium retzii</i> (C. Agardh) Gomont	05, 06, 07, 09, 11, 14, 15, 16, 19
<i>Phormidium willei</i> (Gardner) Anagnostidis & Komárek	08
<i>Phormidium</i> sp.	17(s)
<i>Pleurocapsa fluviatilis</i> Langherheim	07
<i>Schizothrix friesii</i> (Agardh) Gomont	04, 13
<i>Stigonema robustum</i> Gardner	16
<i>Tolypothrix byssoidea</i> (Hassal) Kirchner	05, 10, 12, 16
CHLOROPHYTA	
<i>Chaetophora elegans</i> (Roth) Agardh	17(s)
<i>Draparnaldia mutabilis</i> (Roth) Bory	19
<i>Ecballocystis pulvinata</i> Bohlin var. <i>pulvinata</i>	04
<i>Microspora stagnorum</i> (Kuetzing) Lagerheim	06
<i>Microspora quadrata</i> Hazen	18
<i>Nitella</i> sp.	14
<i>Oedogonium</i> sp.	06, 10
<i>Palmella mucosa</i> Kuetzing	17(s)
<i>Spirogyra</i> sp.	16
<i>Stigeoclonium amoenum</i> Kuetzing	14, 17
<i>Stigeoclonium helveticum</i> Vischer	16
<i>Zygnema</i> sp.	15
<i>Tetraspora lubrica</i> (Roth) Agardh	18(s)
<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vaucher) Desvaux	18
HETEROKONTOPHYTA	
<i>Vaucheria</i> sp.	17(s)
RHODOPHYTA	
<i>Batrachospermum</i> cf. <i>vogesiicum</i> Schultz	17(s)
<i>Batrachospermum puiggarianum</i> Grunow in Wittrock & Nordstedt	09, 13, 14, 15, 16, 18, 19
<i>Batrachospermum sirodotii</i> Skuja ex Flint	14, 16, 19(s)
<i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> Sirodot	09
<i>Batrachospermum</i> sp.	17

Tabela 2. Número e abundância de espécies de macroalgas nos pontos de amostragem da Bacia do Rio das Pedras (PR) de julho a agosto de 2004. (H' = índice de diversidade Shannon-Wiener; abundância relativa: 1 = < 1%; 2 = 1% - 10%; 3 = 11% - 25%; 4 = 26% - 50%).

Table 2. Species number and abundance of macroalgal species at the Rio das Pedras basin (PR) from July to August of 2004. (H' = Shannon-Wiener diversity index; relative abundance: 1 = < 1%; 2 = 1% - 10%; 3 = 11% - 25%; 4 = 26% - 50%).

Ponto	H'	Nº de espécies	Porcentagem de cobertura algal	
			Abundância relativa	Espécies
01	0,00	0	0	nenhuma
02	0,03	1	1	<i>Fischerella</i> sp. (< 1%)
03	0,03	1	1	<i>Komvophoron schmidlei</i> (< 1%)
04	0,14	3	2	<i>Ecballocystis pulvinata</i> var. <i>pulvinata</i> (1%), <i>Nostoc verrucosum</i> (< 1%), <i>Schizothrix friesii</i> (< 1%)
05	0,07	2	1	<i>Phormidium retzii</i> (< 1%), <i>Tolypothrix byssoidea</i> (< 1%)
06	0,21	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (1%), <i>Oedogonium</i> sp. (2%), <i>Microspora stagnorum</i> (< 1%).
07	0,11	3	1	<i>Phormidium retzii</i> (< 1%), <i>Phormidium puteale</i> (< 1%), <i>Pleurocapsa fluiatililis</i> (< 1%).
08	0,07	2	1	<i>Phormidium autumnale</i> (< 1%), <i>Phormidium willei</i> (< 1%)
09	0,22	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (3%), <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (< 1%), <i>Batrachospermum virgato-decaisneanum</i> (< 1%)
10	0,18	2	2	<i>Tolypothrix byssoidea</i> (< 1%), <i>Oedogonium</i> sp. (3%)
11	0,03	1	1	<i>Phormidium retzii</i> (< 1%)
12	0,22	2	2	<i>Tolypothrix byssoidea</i> (4%), <i>Phormidium kuetzingianum</i> (< 1%)
13	0,07	2	1	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (< 1%), <i>Schizothrix friesii</i> (< 1%)
14	1,17	5	4	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (6%), <i>Batrachospermum sirodotii</i> (17%), <i>Stigeoclonium amoenum</i> (5%), <i>Nitella</i> sp. (6%), <i>Phormidium retzii</i> (< 1%).
15	0,52	3	3	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (18%), <i>Phormidium retzii</i> (< 1%), <i>Zygnema</i> sp. (< 1%).
16	0,60	7	2	<i>Batrachospermum puiggarianum</i> (3%), <i>Batrachospermum sirodotii</i> (< 1%), <i>Stigeoclonium helveticum</i> (1%), <i>Spirogyra</i> sp. (1%), <i>Stigonema robustum</i> (4%), <i>Tolypothrix byssoidea</i> (< 1%), <i>Phormidium retzii</i> (< 1%).
17	0,13	3	1	<i>Stigeoclonium amoenum</i> (< 1%), <i>Geitlerinema amphibium</i> (< 1%), <i>Batrachospermum</i> sp. (< 1%)
18	0,22	3	2	<i>Tetraspora gelatinosa</i> (< 1%), <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (3%), <i>Microspora quadrata</i> (< 1%)
19	0,33	3	2	<i>Phormidium retzii</i> (2%), <i>Draparnaldia mutabilis</i> (4%), <i>Batrachospermum puiggarianum</i> (< 1%)

baixa cobertura. Como esperado, o número de espécies e a abundância correlacionaram-se positivamente ($r = 0,647, P < 0,01$).

A única correlação significativa encontrada entre o número de espécies e as variáveis ambientais estudadas foi com substrato tipo cascalho ($r = -0,559, P < 0,05$). Por sua vez, nenhuma correlação significativa foi verificada entre a abundância de espécies e qualquer uma das variáveis ambientais. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener, calculados para cada ponto de amostragem, variaram de 0-1,17 (tabela 2).

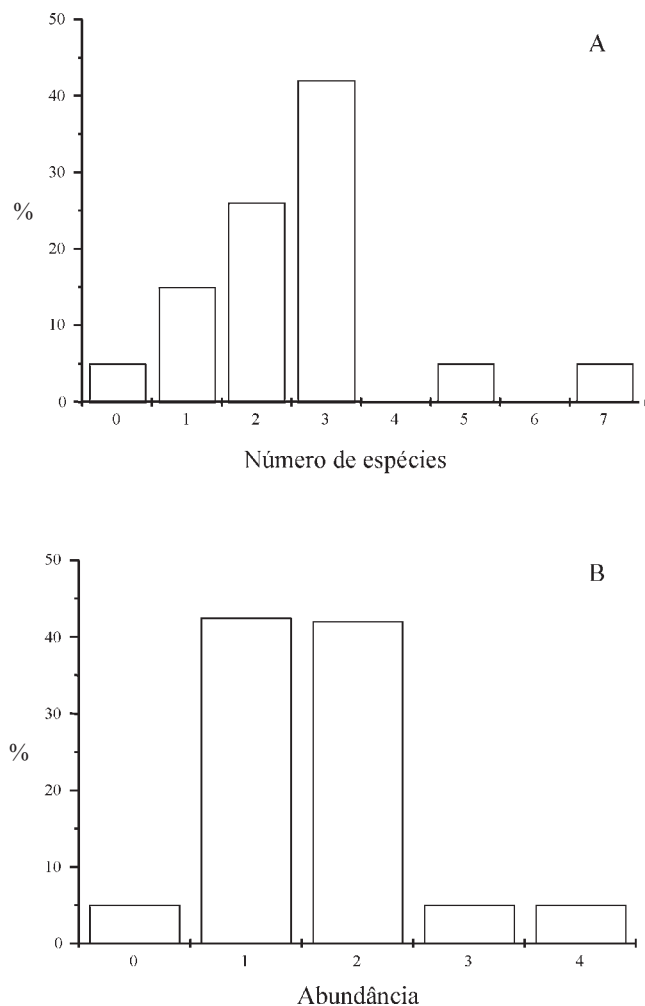


Figura 3. Distribuição de freqüência do número (A) e abundância (cobertura percentual) (B) de espécies de macroalgas por pontos de amostragem na Bacia do Rio das Pedras. Valores de porcentagem de cobertura: 0 = ausência; 1 = < 1%; 2 = 1%-10%; 3 = 11%-25%; 4 = 26%-50%.

Figure 3. Frequency distribution of macroalgal species number (A) and abundance (% cover) (B) per sampling sites in the Rio das Pedras basin. Percentage cover values: 0 = absence; 1 = < 1%; 2 = 1%-10%; 3 = 11%-25%; 4 = 26%-50%.

Discussão

O número de espécies de macroalgas encontrado na Bacia do Rio das Pedras (35 táxons) foi relativamente menor do que aqueles reportados em estudos similares conduzidos em outras regiões brasileiras (e.g., Mata Atlântica do Estado de São Paulo, 42 táxons - Branco & Necchi Júnior 1996a e Região Noroeste do Estado de São Paulo, 48 táxons - Necchi Júnior *et al.* 1995). Entretanto, considerando o menor número de pontos de amostragem investigados na área de estudos (19) pode-se verificar que a diversidade relativa de espécies (1,9 espécies/ponto de amostragem) foi proporcionalmente maior quando comparada com os trabalhos mencionados acima (Mata Atlântica, 0,8 espécie/ponto de amostragem e Região Noroeste do Estado de São Paulo, 1,1 espécies/ponto de amostragem).

Para riachos brasileiros, os valores de diversidade relativa mais próximos do encontrado no presente estudo foram registrados para uma amostragem realizada durante o inverno na região de campos de altitude da Bacia do Alto São Francisco (MG) (Necchi Júnior *et al.* 2003, 13 táxons em 9 pontos de amostragem - 1,4 espécies/ponto de amostragem) e para um estudo conduzido na Bacia do Rio Preto (SP) (Necchi Júnior *et al.* 1994), envolvendo um maior número de amostragens temporais (1,4 espécies/ponto de amostragem).

Investigações semelhantes realizadas em regiões boreais e temperadas, como aquelas desenvolvidas na Floresta Boreal do Leste da América do Norte (Sheath *et al.* 1989), na região Centro-Sul do Alasca (Sheath *et al.* 1986) e no estado norte-americano de Rhode Island (Sheath & Burkholder 1985), apresentaram diversidades relativas de espécies menores (1,3 espécies/ponto de amostragem, 1,0 e 0,98, respectivamente) do que as observadas para a Bacia do Rio das Pedras.

Os resultados apresentados acima indicam que as comunidades de macroalgas da Bacia do Rio das Pedras apresentaram diversidade relativa de espécies bastante alta e comparável com os maiores valores reportados em estudos similares conduzidos tanto em regiões tropicais quanto boreais e temperadas.

Apesar dos riachos da Bacia do Rio das Pedras apresentarem uma diversidade de espécies relativamente alta, o mesmo não foi observado para a abundância (cobertura percentual média das comunidades de macroalgas). Valores de cobertura percentual média (5,2% de cobertura percentual/ponto de amostragem) foram muito inferiores àqueles encontrados em outros estudos realizados tanto em

regiões tropicais quanto temperadas, a saber: Mata Atlântica (Branco & Necchi Júnior 1996a - 15,5%); região Centro-Sul do Alasca (Sheath *et al.* 1986 - 35,7%) e Bacia do Alto São Francisco na Serra da Canastra (Necchi Júnior *et al.* 2003 - 12,5%).

Quando analisadas as variáveis riqueza (número de espécies) e abundância (cobertura percentual) de espécies para cada um dos pontos de amostragem, os resultados mostram valores muito baixos para ambos. Em 90% dos riachos estudados foram identificadas, no máximo, três espécies de macroalgas, e em 79% deles as abundâncias das comunidades de macroalgas não ultrapassaram 5% de cobertura percentual. Assim como observado em outros estudos (Sheath & Burkholder 1985, Sheath *et al.* 1986, 1989, Necchi Júnior *et al.* 1994, 1995, Branco & Necchi Júnior 1996a, Branco *et al.* 2001), grande parte das espécies encontradas na Bacia do Rio das Pedras (21 espécies ou 58% do total) foi registrada em apenas um único ponto de amostragem. Esse alto nível de ocorrência restrita explicaria, de certa forma, a aparente contradição observada entre o alto valor de diversidade relativa de espécies para a bacia como um todo e os baixos valores de riqueza de espécies dos pontos individualmente. Aparentemente, a ampla distribuição de *Phormidium retzii* observada na área de estudo (também reportada para outras regiões do Brasil e do mundo) representa uma evidente exceção ao postulado acima. Entretanto, há várias incertezas sobre a circunscrição taxonômica desta espécie que, provavelmente, representa um tipo coletivo em que vários táxons estão incluídos sob uma única denominação (Geitler 1932, Branco *et al.* 1999).

Branco & Necchi Júnior (1996a) utilizaram a hipótese do distúrbio intermediário (HDI) para explicar a baixa diversidade relativa de espécies encontrada na região oriental da Mata Atlântica do Estado de São Paulo, onde os altos índices de precipitação pluviométrica foram considerados como o fator mais influente sobre as comunidades de macroalgas analisadas. Na Bacia do Rio das Pedras, no entanto, apesar dos altos valores de precipitação pluviométrica (*e.g.*, média anual de precipitação de 1.900 mm de chuva), foi registrada uma maior diversidade relativa de espécies, resultado que, aparentemente, contradiz o esperado para ambientes com alta pressão seletiva provocada por chuvas intensas e frequentes. Entretanto, como comentado acima, a diversidade relativa dos riachos da área de estudos foi fortemente influenciada pela alta proporção de espécies de ocorrência restrita a poucos pontos de amostragem, indicando forte atuação das características locais sobre a distribuição das comunidades de macroalgas.

Os resultados sugerem que, embora se acredite que as características globais (precipitação pluviométrica) sejam relevantes para o padrão de distribuição das comunidades de macroalgas de riachos, na Bacia do Rio das Pedras, o conjunto de características abióticas próprias de cada trecho estudado gerou a estruturação de uma comunidade muito particular, onde poucas espécies de distribuição restrita estiveram presentes e, ainda, em baixas abundâncias. Neste sentido, estudos que possam identificar o tipo e o grau da influência dos mais variados fatores físicos, químicos e biológicos sobre as comunidades de macroalgas em escalas menores (microhabitat) são fortemente recomendados.

As análises de correlações entre as variáveis bióticas e abióticas mostraram, basicamente, que o padrão de distribuição das comunidades de macroalgas dos riachos da Bacia do Rio das Pedras não pôde ser claramente explicado por nenhuma variável ambiental particular ou combinações delas. Tal resultado sugere um alto grau de variação aleatória do conjunto de dados e uma fraca estruturação das comunidades, reforçando a importância das combinações ambientais em escala local.

A correlação encontrada entre o número e a abundância de espécies nos riachos da Bacia do Rio das Pedras indica que as comunidades mais abundantes são também as mais diversificadas. Este padrão de distribuição em mosaico tem sido constantemente reportado em outros estudos (*e.g.*, Sheath *et al.* 1986, 1989, Necchi Júnior *et al.* 1995, Branco & Necchi Júnior 1996a).

A proporção de tipos morfológicos apresentados pelas espécies na Bacia do Rio das Pedras concorda com aquelas de trabalhos anteriores (Branco & Necchi Júnior 1996a, Necchi Júnior *et al.* 1997). Entretanto, algumas diferenças merecem ser destacadas, particularmente, uma alta proporção de colônias e filamentos gelatinosos somada aos pouco frequentes registros de filamentos livres e tufo. Talos gelatinosos, juntamente com filamentos emaranhados (tipos de talo predominantes neste estudo) podem ser considerados como relativamente bem adaptados ao estresse mecânico provocado pela velocidade da correnteza (Sheath & Hambrook 1990, Sheath & Cole 1992). Considerando que no presente estudo a velocidade da correnteza teve valores médios relativamente elevados quando comparados com estudos similares (Branco & Necchi Júnior 1996a, Necchi Júnior *et al.* 2000), tais resultados são absolutamente coerentes.

Agradecimentos – Os autores agradecem à Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Florestal do Município de Guarapuava (PR) pela cessão do veículo utilizado nos trabalhos de campo. O suporte financeiro para a execução deste trabalho foi oferecido pelo CNPq, através das bolsas de mestrado para RAK (130196/2004-5) e de produtividade em pesquisa para CCZB (520257/01-4).

Referências bibliográficas

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Algological Studies* 50-53:327-472.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1990. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Stigonematales. *Algological Studies* 59:1-73.
- BIGGS, B.J.F. 1990. Periphyton communities and their environments in New Zealand rivers. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24:367-386.
- BIGGS, B.J.F. & PRICE, G.M.A. 1987. A survey of filamentous algal proliferations in New Zealand rivers. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24:367-386.
- BRANCO, C.C.Z. & NECCHI JÚNIOR, O. 1996a. Distribution of stream macroalgae in the eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 333:139-150.
- BRANCO, C.C.Z. & NECCHI JÚNIOR, O. 1996b. Survey of stream macroalgae of eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 80:35-57.
- BRANCO, C.C.Z., NECCHI JÚNIOR, O. & BRANCO, L.H.Z. 2002. Taxonomy and ecological distribution of Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) in lotic exosystems from São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 106:43-75.
- BRANCO, L.H.Z. & NECCHI JÚNIOR, O. 1998. Distribution of stream macroalgae in three tropical drainage basins of southeastern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie* 142:241-256.
- BRANCO, L.H.Z., NECCHI JÚNIOR, O. & BRANCO, C.C.Z. 1999. Cyanophyceae from lotic ecosystems of São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 94:63-87.
- BRANCO, L.H.Z., NECCHI JÚNIOR, O. & BRANCO, C.C.Z. 2001. Ecological distribution of Cyanophyceae in lotic ecosystems of São Paulo State. *Revista Brasileira de Botânica* 24:99-108.
- DeNICOLA, D.M., HOGLAND, K.D. & ROEMER, S.C. 1992. Influence of canopy cover on spectral irradiance and periphyton assemblages in a prairie stream. *Journal of the North American Benthological Society* 11:391-404.
- FRANCESCHINI, I.M. 1990. Flora de Cyanophyceae do Rio Seco, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea* 7:1-39.
- GEITLER, L. 1932. Cyanophyceae. In *Kryptogamen-flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* (L. Rabenhorst, ed.). Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, p.1-1196.
- GORDON, N.D., McMAHON, T.A. & FINLAYSON, B.L. 1992. Stream hydrology, an introduction for ecologists. John Wiley & Sons, Chichester.
- HOEK, C. VAN DEN, MANN, D.G. & JAHNS, H.M. 1995. Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge.
- HOLMES, N.T.H. & WHITTON, B.A. 1981. Phytobenthos of River Tees and its tributaries. *Freshwater Biology* 11:43-60.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales. *Algological Studies* 43:157-226.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. *Algological Studies* 56:247-345.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper & Row, New York.
- LEE, R.E. 1989. Phycology. Cambridge University Press, Cambridge.
- MAACK, R. 2002. Geografia física do Estado do Paraná. Imprensa Oficial, Curitiba.
- NECCHI JÚNIOR, O. 1990. Revision of the genus *Batrachospermum* Roth (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brazil. *Bibliotheca Phycologica* 84:1-201.
- NECCHI JÚNIOR, O., BRANCO, C.C.Z., SIMÕES, R.C.G. & BRANCO, L.H.Z. 1995. Distribution of stream macroalgae in northwest region of São Paulo State, southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 299:219-230.
- NECCHI JÚNIOR, O., BRANCO, C.C.Z. & BRANCO, L.H.Z. 2000. Distribution of stream macroalgae in São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 97:43-57.
- NECCHI JÚNIOR, O., BRANCO, L.H.Z. & BRANCO, C.C.Z. 2003. 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* 63:635-646.
- NECCHI JÚNIOR, O., PASCOALOTO, D. & BRANCO, L.H.Z. 1994. Distribution of macroalgae in a tropical river basin from southeastern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie* 129:459-471.
- NECCHI JÚNIOR, O., PASCOALOTO, D. BRANCO, C.C.Z. & BRANCO, L.H.Z. 1997. Stream macroalgal flora from the northwest region of São Paulo State, southeastern Brazil. *Algological Studies* 84:91-112.
- SHEATH, R.G. & BURKHOLDER, J. 1985. Characteristics of softwater streams in Rhode Island. II: Composition and seasonal dynamics of macroalgae communities. *Hydrobiologia* 128:109-118.

- SHEATH, R.G. & COLE, K.M. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. *Journal of Phycology* 28:448-460.
- SHEATH, R.G. & HAMBROOK, J.A. 1990. Freshwater ecology. *In* Biology of red algae (K.M. Cole & R.G. Sheath, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p.423-453.
- SHEATH, R.G., HAMILTON, P.B., HAMBROOK, J.A. & COLE, K.M. 1989. Stream macroalgae of the eastern boreal forest region of North America. *Canadian Journal of Botany* 67:3553-3562.
- SHEATH, R.G. MORINSON, M.O. KORCH, J.E. KACZMAREZYK, D. & COLE, K.M. 1986. Distribution of stream macroalgae in south-central Alasca. *Hydrobiologia* 135:259-269.
- SHEATH, R.G. & MÜLLER, K.M. 1997. Distribution of stream macroalgae in four high arctic drainage basins. *Arctic* 50:355-364.
- SHEATH, R.G., VIS, M.L., HAMBROOK, J.A. & COLE, K.M. 1996. Tundra stream macroalgae of North America: composition, distribution and physiological adaptations. *Hydrobiologia* 336:67-82.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman, New York.
- STEVENSON, R.J. 1996. Patterns of benthic algae in aquatic ecosystems. *In* Algal ecology, Freshwater benthic ecosystems (R.J. Stevenson, M.L. Bothwell & R.L. Lowe, eds.). Academic Press, San Diego, p.3-30.