

Estrutura das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil

Rogério Antonio Krupek^{1,3} e Ciro César Zanini Branco²

Recebido: 21.03.2013; aceito: 6.09.2013

ABSTRACT - (Structure of stream macroalgae communities from Cascavel River drainage basin, Paraná State, Brazil) The drainage basin of Cascavel River is almost entirely within the urban perimeter of Guarapuava, Paraná State, Brazil. Seven stream segments were sampled in two seasons (summer and winter). We found 12 taxa of macroalgae with a dominance of Chlorophyta (seven taxa) followed by Cyanophyta (three taxa), Heterokontophyta and Rhodophyta (one taxon each). Richness, diversity, and evenness were higher during the winter while the abundance and dominance were higher in the summer. Among the microenvironmental characteristics, the current velocity was the only one that differed significantly between the periods. The regression analysis revealed that the richness of the substrate was responsible for the variation in richness, diversity, evenness, and dominance during the summer period. During the winter the current velocity was responsible for the variation of species diversity. A cluster analysis of macroalgal communities did not group points in the same temporal period. The Canonical Correspondence Analysis (CCA) showed that the segments were close to each other because of the occurrence of one or a few species in common. The patterns of spatial and temporal distribution of stream macroalgae seem to be strongly influenced by microhabitat characteristics at different scales. However, they are supported by regional variables.

Keywords: drainage basin, macroalgae, Paraná State, streams

RESUMO - (Estrutura das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil) A bacia de drenagem do rio Cascavel encontra-se quase que inteiramente dentro do perímetro urbano do município de Guarapuava, Estado do Paraná, Brasil. Foram amostrados sete segmentos de riachos em duas estações do ano (verão e inverno). Foram encontrados 12 táxons de macroalgas com dominância de Chlorophyta (sete táxons) seguido de Cyanophyta (três táxons), Heterokontophyta e Rhodophyta (um táxon cada). Riqueza, índice de diversidade e equidade foram mais elevados durante o período de inverno enquanto a abundância e dominância foram mais elevadas no verão. Entre as características microambientais, a velocidade da correnteza foi a única que diferiu significativamente entre os períodos climáticos. A Análise de Regressão revelou que a riqueza do substrato foi responsável pela variação de riqueza, diversidade, equidade e dominância de espécies durante o período de verão. Durante o inverno, a velocidade da correnteza foi responsável pela variação da diversidade de espécies. A análise de agrupamento das comunidades de macroalgas não reuniu pontos do mesmo período temporal. A Análise de Correspondência Canônica (CCA) mostrou que os segmentos aproximaram-se devido à ocorrência de uma ou poucas espécies em comum. Os padrões de distribuição espacial e temporal de macroalgas líticas parecem fortemente influenciados por características de microhabitat em diferentes escalas, porém apoiadas em variáveis mais regionais.

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

Introdução

Estudos que procuram descrever aspectos da distribuição espacial de comunidades de macroalgas em ambientes lóticos brasileiros são relativamente recentes. Estes tiveram início no Estado de São Paulo

e, ainda hoje, encontram-se quase que completamente restrito à região sudeste do Brasil (Necchi Júnior *et al.* 1995, 2000, Branco & Necchi Júnior 1996, 1998).

Em outras regiões brasileiras este tipo de investigação encontra-se em fase inicial (p. ex. Necchi Júnior *et al.* 2003, 2008). Para o Estado do Paraná, em

1. Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Biologia Campus de União da Vitória, Praça Cel. Amazonas, Caixa Postal 291, CEP 84600-000 União da Vitória, Paraná, Brasil
2. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Dom Antônio, 2100, CEP 19806-900 Assis, São Paulo, Brasil
3. Autor para correspondência: rogeriokrupek@yahoo.com.br

particular, apenas três trabalhos desta natureza podem ser referenciados: Krupek *et al.* (2007) descreveram a distribuição das comunidades de macroalgas em uma bacia de drenagem da região centro-sul; Branco *et al.* (2009) realizaram um estudo detalhado da distribuição destas algas em toda a região Centro-Oeste; Peres *et al.* (2009) investigaram aspectos ecológicos de comunidades de macroalgas na Floresta Atlântica do Estado.

Estes trabalhos realizados no Estado do Paraná, abrangendo uma região subtropical do país, ampliaram o conhecimento com respeito a estes organismos, trazendo ao mesmo tempo, novas informações relacionadas aos aspectos que influenciam ou mesmo determinam a organização espacial deste grupo de algas. Estes autores salientaram a importância de fatores locais ou particulares de cada ambiente lótico (p. ex. tipo de substrato, velocidade da correnteza, irradiância) na distribuição de comunidades de macroalgas em riachos (Krupek *et al.* 2007, Branco *et al.* 2009). Tais resultados sugerem que tanto a heterogeneidade espacial quanto a temporal deve exercer forte influência na diversidade e abundância das comunidades de macroalgas lóticas (Krupek *et al.* 2007).

Com base nestes novos preceitos, este trabalho tem o objetivo de descrever a distribuição das comunidades de macroalgas em uma bacia de drenagem. Para tanto, levou-se em consideração aspectos temporais e espaciais considerados importantes localmente ou em pequena escala, em conformidade com os pressupostos acima expostos. A hipótese inicial deste estudo é que a distribuição espacial destas algas é determinada principalmente por fatores locais de cada riacho. Temporalmente, fatores regionais (p. ex. temperatura, pH, condutividade) devem exercer influência na composição e abundância das comunidades de macroalgas.

Material e métodos

A bacia do rio Cascavel, com aproximadamente 81 km², está localizada no município de Guarapuava (25°23'26"S, 51°27'15"W), região centro-sul do Estado do Paraná (figura 1). Esta bacia de drenagem encontra-se localizada quase que completamente dentro do perímetro urbano do referido município.

As amostragens foram realizadas de modo a considerar o gradiente de variação temporal. Desta forma, as coletas de dados foram feitas durante os meses de janeiro e junho de 2007, caracterizando

uma diferenciação entre estações contrastantes. Sete segmentos de riachos foram selecionados ao longo da bacia de drenagem, com a finalidade de abranger homogênea a área de estudo. Os pontos de amostragem foram constituídos de um segmento de 10 metros de comprimento (Necchi Júnior *et al.* 1995). A riqueza e abundância das espécies de macroalgas foram estimadas através da técnica de quadrados (Necchi Júnior *et al.* 1995). As unidades amostrais foram constituídas de círculos de 25 cm de diâmetro (área = 491 cm²). A forma circular foi adotada para reduzir o efeito de borda (Krebs 1989). Dez unidades amostrais foram posicionadas onde havia crescimento evidente de macroalgas. Em cada ponto de amostragem, um número igual de quadrados “sem alga” (designado como controle) foi aleatoriamente amostrado para avaliar possíveis diferenças microambientais. Dentro das unidades amostrais, a abundância (cobertura percentual) de macroalgas e o tipo de substrato foram estimados visualmente com auxílio de um observador subaquático (Necchi Júnior 1995). A velocidade da correnteza e profundidade foram medidas no centro de cada unidade amostral com auxílio de um correntômetro digital Swoffer 2100 e uma régua, respectivamente. Dados de sombreamento foram determinados a partir do uso de classes de sombreamento (aberto, parcialmente sombreado, sombreado e fortemente



Figura 1. Localização da bacia de drenagem do rio Cascavel no município de Guarapuava, região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil.

Figure 1. Location of the drainage basin of Cascavel River in Guarapuava, south central region of Paraná State, Southern Brazil.

sombreado) (DeNicola *et al.* 1992), as quais são facilmente distintas e claramente definíveis em campo. As medidas absolutas (p. ex., intensidade luminosa medida por quantômetro ou luxímetro) foram preteridas em relação às medidas estimadas, porque são amplamente variáveis e influenciadas por fatores climáticos e meteorológicos. Desta forma, medidas pontuais de irradiância podem não expressar a real situação microambiental, distorcendo desta forma os resultados.

Em adição, foram medidas as variáveis ambientais temperatura da água, condutividade específica, saturação de oxigênio, pH e turbidez. Todas as variáveis foram medidas em campo com auxílio do analisador de água Horiba U-10.

As seguintes variáveis foram utilizadas para descrever a estrutura da comunidade: 1) riqueza de táxons (número de táxons por amostragem); 2) abundância de macroalgas (cobertura percentual em cada unidade amostral); 3) índice de diversidade de Shannon-Wiener: $H = -\sum (p_i) (\log p_i)$, onde p_i porcentagem de cobertura da espécie no ponto; 4) índice de dominância de Simpson: $C_d(X_i/X_o)^2$, onde C_d dominância de Simpson, X_i abundância de cada espécie na unidade amostral e X_o abundância total de espécies de macroalgas na unidade amostral; 5) equitabilidade ou equidade: H/H_{max} , onde H índice de Shannon-Wiener e H_{max} $H_{max} \cdot \log S$, onde S número de espécies amostradas. As diferenças entre as unidades amostrais “com algas” e “sem algas” dentro dos segmentos amostrados e as diferenças temporais (verão e inverno) entre as variáveis biológicas e ambientais foram determinadas através do teste *t* de Student. A influência das variáveis microambientais sobre as variáveis relacionadas à estrutura das comunidades foi avaliada a partir de Análise de Regressão Linear Múltipla (Sokal & Rohlf 1981).

A similaridade na composição de espécies entre os pontos de amostragem foram determinadas por meio da Análise de Agrupamento, a partir da matriz de presença e ausência, utilizando-se o coeficiente de similaridade de Jaccard. A Análise de Correspondência Canônica (ACC, Ter Braak 1986) foi aplicada a partir da matriz de dados biológicos (espécies de macroalgas) e ambientais referentes aos dois períodos de estudo (verão e inverno) amostrais estudados. O objetivo foi avaliar as possíveis influências das diferentes variáveis ambientais sobre a distribuição espacial das comunidades de macroalgas. Para tanto, duas análises foram realizadas. A primeira utilizando-se

as variáveis locais ou microambientais e a segunda utilizando-se as variáveis regionais ou globais. A fim de evitar o efeito de colinearidade, todas as variáveis foram submetidas ao teste de correlação *r* de Pearson. Somente aquelas que não apresentaram relações entre si foram utilizadas nas análises. Todos estes testes foram realizados com auxílio dos pacotes estatísticos PcOrd 4.0 (McCune & Mefford 1999) e Estatística 5.0 (StatSoft Incorporation).

Resultados

Foram encontrados 12 táxons de macroalgas, sendo oito infra-genéricos e quatro grupos vegetativos (*Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp. e *Vaucheria* sp.) (tabela 1). Em relação à riqueza de espécies, Chlorophyta foi o grupo dominante (58,4%) seguido de Cyanophyta (25%), Heterokontophyta e Rhodophyta (ambos 8,3%). Não foi observada dominância de qualquer um dos grupos com relação aos diferentes períodos de amostragem. O gênero *Phormidium* foi o melhor representado, com três espécies (tabela 1). As espécies mais frequentes foram *Vaucheria* sp. e *Oedogonium* sp., as quais foram encontradas em cinco e quatro dos sete pontos de amostragem, respectivamente. Por outro lado, sete táxons tiveram um único registro de ocorrência (tabela 1). A frequência de tipos morfológicos observada foi a seguinte: 58,4% de filamentos livres, 25% de emaranhados e 8,3% de tufo e filamentos gelatinosos cada.

As variáveis que descrevem a estrutura das comunidades de macroalgas avaliadas estão representadas na figura 2. Os valores de riqueza, diversidade e equidade foram mais elevados no inverno, enquanto que no verão foram registrados os maiores valores médios de cobertura percentual e dominância (figura 2). Nenhuma das variáveis bióticas, entretanto, diferiu significativamente entre os dois períodos climáticos. As variações das características microambientais onde as comunidades de macroalgas se desenvolviam nos dois períodos estão dispostas na figura 3.

Com algumas exceções, os valores de profundidade dos riachos, riqueza e diversidade dos substratos foram similares entre os dois períodos. A velocidade de correnteza, no entanto, apresentou-se mais elevada no verão (figura 3), diferindo significativamente dos valores verificados do inverno ($t_{3,61}$, $p < 0,01$). Não foram observadas diferenças significativas entre as unidades amostrais “com algas” e “sem algas” para nenhuma das características de microhabitat.

Tabela 1. Táxons encontrados nos riachos da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil, nos dois períodos de amostragem.

Table 1. Taxa found in the streams of the drainage basin of Cascavel River, Paraná State, Brazil, in the two sampling periods.

Táxons	Pontos de amostragem													
	Verão							Inverno						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Cyanophyta														
<i>Phormidium retzii</i> (C. Ag.) Gomont	X													
<i>P. aerugineo-caeruleum</i> (Gom.) Ang. et Kom.	X													
<i>P. autumnale</i> (Ag.) Trevisan ex Gomont										X				
Chlorophyta														
<i>Microspora flocosa</i> (Vaucher) Thuret						X								
<i>M. quadrata</i> Hazen									X					
<i>Oedogonium</i> sp. (estéreis)	X		X		X									X
<i>Schizomeris leibleinii</i> Kützing	X													X
<i>Spirogyra</i> sp. (estéreis)	X		X									X		
<i>Stigeoclonium helveticum</i> Vischer								X						
<i>Zygnema</i> sp. (estéreis)		X						X						
Heterokontophyta														
<i>Vaucheria</i> sp. (estéreis)				X			X		X	X	X		X	
Rhodophyta														
<i>Batrachospermum ambiguum</i> Montagne		X							X					

A Análise de Regressão Linear Múltipla revelou que a riqueza de substrato nos pontos de amostragem foi responsável por 51% da variação de riqueza de espécies (F7,30, $p < 0,05$), 56% da diversidade de espécies (F8,93, $p < 0,05$), 57% da equidade (F9,00, $p < 0,05$) e 52% da dominância de espécies (F7,71, $p < 0,05$) durante o verão. Durante o inverno, a velocidade da correnteza foi responsável por 57% da variação da diversidade de espécies (F9,24, $p < 0,05$).

A análise de agrupamento das comunidades de macroalgas da bacia do rio Cascavel revelou baixas similaridades (< 55%), com exceção dos pontos quatro e sete analisados no período de estudo correspondente ao verão, e quatro e seis analisados no período de inverno onde foi registrada a ocorrência exclusiva de *Vaucheria* sp. (figura 4). Da mesma forma, não houve uma nítida separação entre os dois períodos sazonais estudados (figura 4). Os grupos foram formados, principalmente, devido a ocorrência de poucas espécies em comum (tabela 1 e figura 4).

A CCA e a Análise de Similaridade mostraram que não houve uma nítida separação de pontos amostrais com relação aos dois períodos amostrados. Somente a ordenação dos eixos 1 e 2 são mostrados (figura 5). Os segmentos aproximaram-se devido à ocorrência em

comum de uma ou poucas espécies, sendo que velocidade da correnteza, saturação de oxigênio e condutividade elétrica foram as variáveis mais importantes nesta ordenação (tabela 2 e figura 5). No lado positivo do eixo 1 a condutividade elétrica foi a principal responsável pelo agrupamento dos pontos 5i, 5v, 6v e 7i. As espécies mais correlacionadas a esses pontos de amostragem foram *Phormidium retzii*, *Phormidium aerugineo-caeruleum*, *Microspora flocosa*, *Schizomeris leibleinii* e *Spirogyra* sp. No lado positivo do eixo 2 a velocidade da correnteza agrupou os pontos 2i, 2v, 4i, 4v e 6i, sendo as espécies *Batrachospermum ambiguum* e *Microspora quadrata* as mais correlacionadas a estes pontos de amostragem. Por fim, o lado negativo do eixo 2 isolou o ponto 1i cujas espécies mais relacionadas foram *Stigeoclonium helveticum* e *Zygnema* sp.

Discussão

Considerando o número de pontos de amostragem avaliados (n7), o número total de táxons encontrados (n12) foi relativamente baixo, principalmente considerando que os riachos foram visitados duas vezes ao longo do período amostral. Outros estudos relacionados também não obtiveram um número

expressivo de espécies de macroalgas lólicas em diferentes regiões do país: Necchi Júnior *et al.* (2003) coletaram 30 espécies em 12 pontos de amostragem (2,5 espécies/ponto) em um estudo realizado em riachos da Serra da Canastra, MG; Krupek *et al.* (2007) estudaram 19 riachos em uma bacia de drenagem da região centro-sul do Estado do Paraná e coletaram um total de 36 espécies (1,9); Peres *et al.* (2008) encontraram 19 espécies em 14 segmentos de riachos (1,35) na Floresta Atlântica do Estado do Paraná; Necchi Júnior *et al.* (2008) obtiveram 29 espécies em 14 segmentos de riachos (2,1) do Parque Nacional de Itatiaia, RJ e MG. Quando comparado com outros grupos, como por exemplo, diatomáceas ou macroinvertebrados, percebe-se o quão baixa é

a diversidade verificada. Os valores percentuais foram muito próximos entre Chlorophyta e Cyanophyta, sendo algumas vezes esta última com maior número de representantes. A dominância de Chlorophyta pode ser atribuída à falta, ou quase, de sombreamento nos segmentos amostrados. Este grupo de algas apresenta, tipicamente, um maior desenvolvimento em locais abertos, com grande disponibilidade de energia luminosa (Peres *et al.* 2008). A proporção de tipos morfológicos encontrada não divergiu daquelas reportadas em estudos anteriores, sendo a maior frequência de filamentos livres decorrente da maior riqueza de algas verdes filamentosas. A ausência de espécies heterocitadas entre as Cyanophyta e, ainda, a ocorrência de *Schizomeris leibleinii* e *Stigeoclonium*

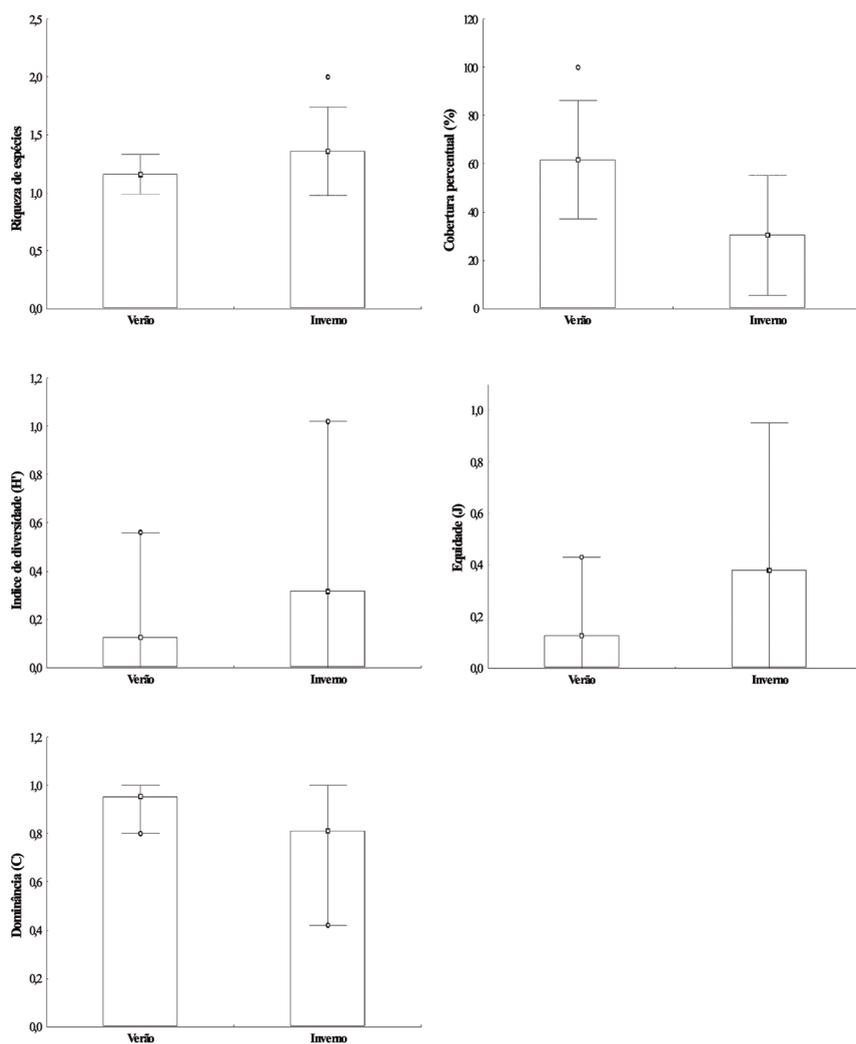


Figura 2. Variação sazonal dos valores médios e desvio padrão das variáveis descritivas da estrutura das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil.

Figure 2. Seasonal variation of mean values and standard deviation of descriptive variables of the structure of macroalgal communities from Cascavel River drainage basin, Paraná State, Brazil.

helveticum, espécies tipicamente encontradas em ambientes lóticos poluídos organicamente podem ser atribuídas à alta disponibilidade de nitrogênio e fósforo nos corpos d' água (Branco & Pereira 2002). Considerando que a bacia de drenagem estudada encontra-se quase que inteiramente dentro do perímetro urbano do município de Guarapuava, PR e que a carga de efluentes de material orgânico doméstico é mais evidente, tal resultado é coerente. Outro fator que reforça tais observações é a baixa diversidade de espécies e a alta abundância e consequente dominância de uma única espécie em cada ponto de amostragem.

A constatação de que características estruturais da comunidade tais como riqueza, diversidade e equidade foram mais elevadas nos pontos de amostragem durante o período correspondente ao inverno mostra que neste intervalo de tempo, as condições ambientais estavam mais propícias ao desenvolvimento de diferentes espécies. Segundo Bell *et al.* (1991), quanto maior a diversidade ou heterogeneidade de habitats, maior também a riqueza

de espécies, já que um maior número de diferentes microambientes podem ser utilizados, dentro de cada segmento, por diferentes espécies. As características microambientais, entretanto, não apresentaram grande variação entre as estações do ano, com exceção da velocidade da correnteza, bem mais elevada no verão. A velocidade do fluxo de água é um fator bastante importante na distribuição de macroalgas lóticas (Reiter & Carlson 1986, Biggs *et al.* 1998, Francoeur & Biggs 2006). A alta velocidade da correnteza pode exercer pressão negativa sobre os organismos aderidos, sendo que poucas espécies são capazes de suportar a força da correnteza, que muitas vezes carrega grande parte da comunidade. Assim, esta variável parece estar intimamente associada às modificações na estrutura da comunidade no presente estudo. Isto mostra que, mesmo em um ambiente que apresente certo grau de heterogeneidade espacial, quando uma das condições altera-se em maior escala, a comunidade também sofre as consequências modificando seu padrão de distribuição. Os maiores valores de abundância e dominância verificados no período de verão reforçam

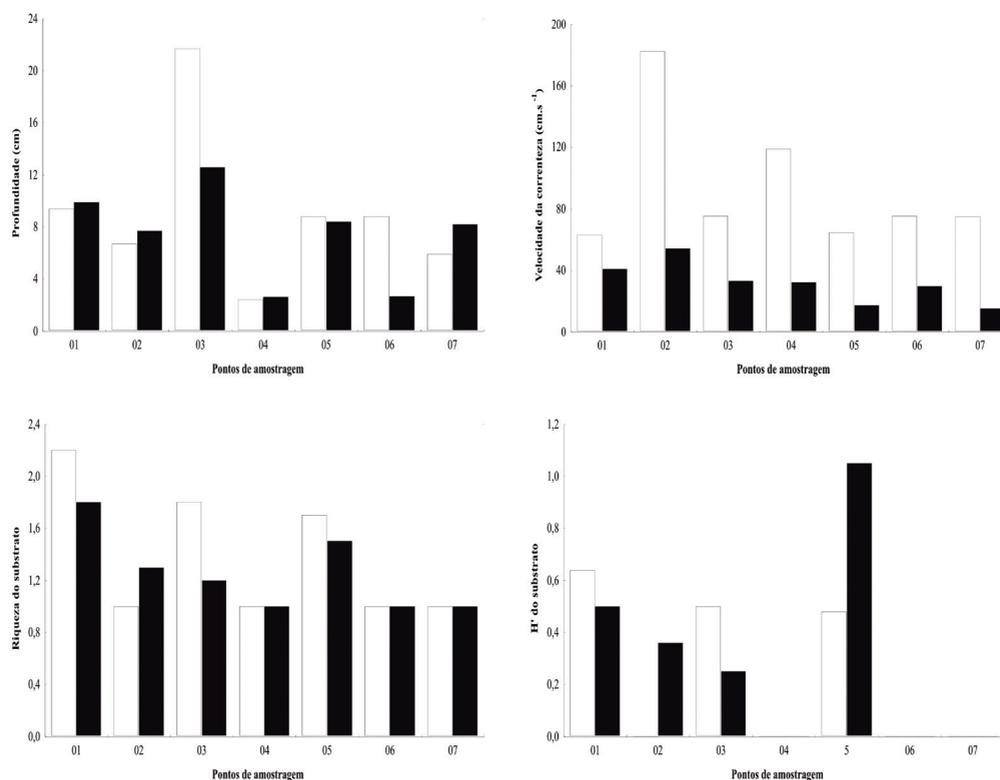


Figura 3. Valores médios das variáveis microambientais avaliadas nas unidades amostrais com presença de macroalgas em cada um dos pontos de amostragem durante os dois períodos sazonais, na bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil. (□: verão; ■: inverno).

Figure 3. Figure 3. Mean values of microenvironmental variables evaluated in the sampling units with presence of macroalgae in each of the sampling points during the two seasonal periods, in the drainage basin of Cascavel River, Paraná State, Brazil. (□: summer; ■: winter).

tal constatação, onde as poucas espécies mais bem adaptadas ao fluxo da correnteza mais elevado predominam e abundam sobre as demais (Francoeur & Biggs 2006).

O valor de importância das variáveis microambientais sobre a comunidade de macroalgas também variou com a sazonalidade. Desta forma, durante o verão, a velocidade da correnteza parece ser o fator determinante do desenvolvimento das comunidades de macroalgas. Por outro lado, a riqueza do substrato foi o fator que dirigiu o padrão de variação da riqueza, diversidade e equidade de espécies. Assim, o grupo de espécies que suportou as pressões geradas pela força hidráulica se estabeleceu e teve maior sucesso no seu desenvolvimento em regiões que apresentaram maior diversidade de substrato. Tal disponibilidade pode diminuir a competição por espaço entre as espécies, favorecendo o aumento no número de espécies co-habitando determinada região (Borges & Necchi Júnior 2006). Durante o período de inverno, a redução da velocidade da correnteza foi o fator responsável pelo aumento da diversidade de espécies. O fluxo de água tem ação positiva sobre a

comunidade aderida quando não age abrasivamente, pois tem papel fundamental no fluxo de nutrientes e na disponibilidade de oxigênio dissolvido (Reiter & Carlson 1986, Ghosh & Gaur 1997).

A baixa similaridade na composição de espécies entre os pontos de amostragem revela outra característica bastante típica de comunidades de macroalgas lólicas, a ocorrência restrita das espécies. Vários estudos (Branco & Necchi Júnior 1996, Necchi Júnior *et al.* 2000, 2003, Krupek *et al.* 2007, Branco *et al.* 2009) têm mostrado ao longo do tempo que a grande maioria das espécies ocorre em apenas um ou poucos segmentos de riachos quando analisada uma determinada região. Segundo Krupek *et al.* (2007), tal padrão de distribuição deve estar relacionado a características de microhabitat muito particulares em cada um dos segmentos avaliados, o que permitiria a apenas uma ou poucas espécies se estabelecerem e desenvolverem nestas condições.

Da mesma forma, a CCA mostrou que diferentes espécies ocorreram em pontos de amostragem em particular, e estes foram influenciados por diferentes variáveis. Algumas espécies assim como

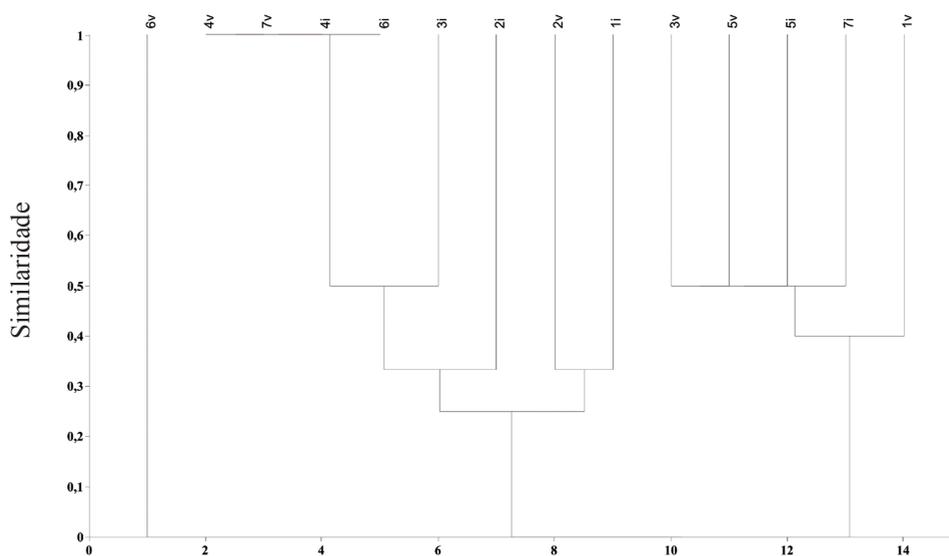


Figura 4. Dendrograma de todos os pontos de amostragem nos dois períodos sazonais estudados com base na composição de espécies, na bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil.

Figure 4. Dendrogram of all sampling points in the two seasonal periods studied based on species composition, in the drainage basin of Cascavel River, Paraná State, Brazil.

Oedogonium sp. e *Spirogyra* sp. ocorreram em regiões com maior diversidade de substrato e menor velocidade da correnteza. Tal fato se explicaria pela própria estrutura de talo destas algas, visto que tais espécies apresentam hábito filamentoso sem um sistema de fixação muito eficiente (Stevenson *et al.*

1996). Assim sendo, quanto maior a disponibilidade de diferentes tipos de substrato, maior a chance destas algas se estabelecerem. Ao mesmo tempo, quanto menor a força do fluxo de água, menor a chance destas espécies serem carreadas pela correnteza. *Schizomeris leibleinii* e *Vaucheria* sp. ocorreram particularmente

Tabela 2. Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) incluindo as variáveis biológicas e ambientais e correlação de cada variável com os dois primeiros eixos. As variáveis significativas estão destacadas.

Table 2. Results of Canonical Correspondence Analysis (CCA) including biological and environmental variables and correlation of each variable with the first two axes. Significant variables are highlighted.

Variáveis/Resultados	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	0,98	0,95	0,77
Varição explicada (%)	16,5	16,0	13,0
Varição acumulada (%)	16,5	32,5	45,5
Significância (<i>p</i>)	0,018	0,002	0,017
Velocidade da correnteza	0,035	-0,057	0,307
H' do substrato	0,273	-0,393	0,969
Saturação de oxigênio	-0,831	-0,540	-0,234
Condutividade	0,580	-0,912	0,082
pH	0,055	-0,092	0,025

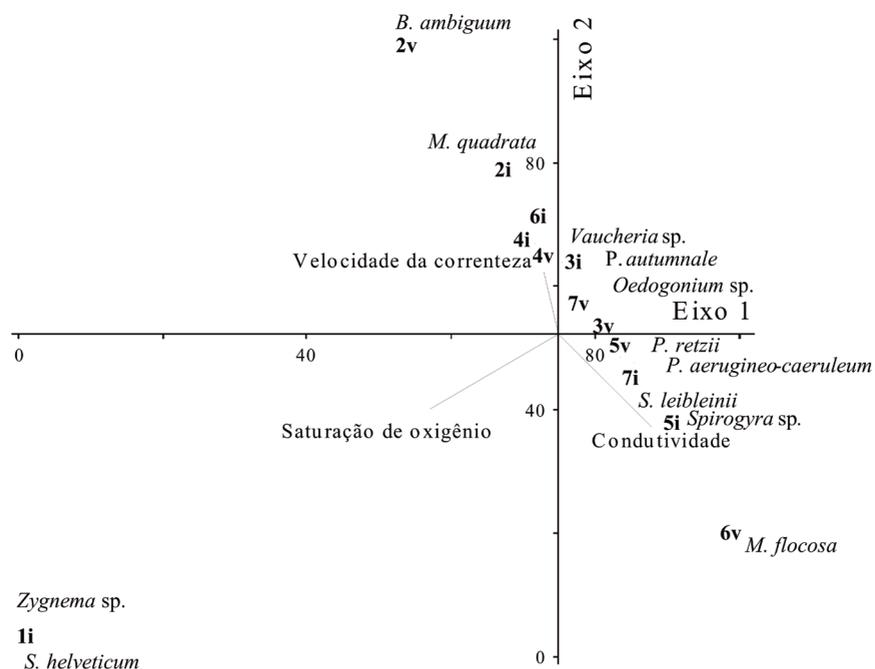


Figura 5. Representação gráfica dos eixos 1 e 2 da Análise de Correspondência Canônica de todas as espécies inventariadas e dos pontos de amostragem nas duas estações do ano analisadas com base nas variáveis regionais e microambientais dos segmentos de rios e riachos da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil.

Figure 5. Graphical representation of axes 1 and 2 of the Canonical Correspondence Analysis of all inventoried species and sampling points in the two seasons analyzed based on regional and microenvironmental variables of river and streams segments in the Cascavel Basin.

em ambientes com alta condutividade, o que pode significar, indiretamente, uma alta concentração de nutrientes e ao mesmo tempo baixa diversidade de substrato. Isto reforça a idéia de que, quanto maior a homogeneidade do leito do riacho, menor a competição entre espécies (Borges & Necchi 2006), favorecendo o desenvolvimento de poucas espécies que abundam sobre as demais. A presença ainda, de *Batrachospermum ambiguum* em ambientes com maiores valores de saturação de oxigênio e velocidade da correnteza e menores de condutividade, mostra que esta espécie prefere regiões de corredeira em riachos de águas límpidas (Necchi 1993). Com estes resultados, poderia se especular uma forte influência da variação no fluxo da água sobre a distribuição das comunidades de macroalgas do rio Cascavel, pois este modifica a velocidade da correnteza em diferentes níveis espaciais. Esta velocidade por sua vez está intimamente relacionada com o tipo de substrato e oxigenação da água, além de contribuir na distribuição de íons em regiões particulares como microhabitats.

Finalmente conclui-se que a distribuição espacial e temporal das comunidades de macroalgas nos riachos analisados foram fortemente influenciadas pelas características de substrato e correnteza. Com base nos resultados encontrados e na literatura, variáveis ambientais regionais e principalmente de microhabitat exercem certa influência na distribuição espaço-temporal de macroalgas lóticicas, entretanto, ainda é difícil explicar a distribuição observada, e assim, identificar um padrão de distribuição de comunidades de macroalgas de riachos tropicais. Um maior número de estudos que procurem estabelecer relações entre as características abióticas de cada ambiente e a presença de macroalgas são fundamentais.

Literatura citada

- Bell, S.S. McCoy E.D. & Mushinsky, H.R.** 1991. Habitat structure: the physical arrangement of objects in space. Chapman and Hall, London, UK.
- 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., Goring, D.G. & Nikora, V.I.** 1998. Subsidy and stress responses of stream periphyton to gradients in water velocity a function of community growth form. *Journal of Phycology* 34: 598-607.
- Borges, F.R. & Necchi Júnior, O.** 2006. Patterns of spatial distribution in macroalgal communities from tropical lotic ecosystems. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 669-680.
- Branco, C.C.Z., Krupek, R.A. & Peres, C.K.** 2009. Ecological distribution of stream macroalgal communities from mid-western region of Paraná State. *Brazilian Archives Biology and Technology* 52: 379-386.
- Branco, C.C.Z. & Necchi Júnior, O.** 1996. Survey of stream macroalgae of eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie* 80: 35-57.
- Branco, L.H.Z. & Necchi Júnior, O.** 1998. Distribution of macroalgae in three tropical drainage basins in São Paulo State, southeastern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie* 142: 241-256.
- Branco, L.H.Z. & Pereira, J.L.** 2002. Evaluation of seasonal dynamics and bioindication potential of macroalgal communities in a polluted tropical stream. *Archiv für Hydrobiologie* 155: 147-161.
- 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.
- Francoeur, S.N. & Biggs, B.J.F.** 2006. Short-term effects of elevated velocity and sediment abrasion on benthic algal communities. *Hydrobiology* 56: 59-69.
- Ghosh, M. & Gaur, J.P.** 1997. Current velocity and the establishment of stream algal periphyton communities. *Aquatic Botany* 60: 1-10.
- Krebs, C.J.** 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York.
- Krupek, R.A., Branco, C.C.Z. & Peres, C.K.** 2007. 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* 30(2): 173-182.
- McCune, B. & Mefford, M.J.** 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. MjM Software, Glendern Beach, OR.
- Necchi Júnior, O.** 1993. Distribution and seasonal dynamics of Rhodophyta in the Preto river basin, southeastern Brazil. *Hydrobiology* 250: 81-90.
- 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. *Hydrobiology* 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: 3-57.
- 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., Branco, L.H.Z. & Spezamiglio, D.N.** 2008. Distribuição ecológica de macroalgas de ambientes lóticos do Parque Nacional de Itatiaia (RJ, MG), Br. Revista Brasileira de Botânica 31: 135-145.
- Peres, C.K., Branco, C.C.Z. & Krupek, R.A.** 2008. Macroalgas de riachos da Serra da Prata, leste do Estado do Paraná, sul do Brasil. Acta Botanica Brasilica 22: 333-344.
- Peres, C.K., Branco, C.C.Z. & Krupek, R.A.** 2009. Distribuição ambiental e dinâmica temporal das comunidades de macroalgas da Serra da Prata, Estado do Paraná, Sul do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 32: 625-633.
- Reiter, M.A. & Carlson, R.E.** 1986. Current velocity in streams and the composition of benthic algal mats. Canadian Journal Fisheries Aquatic Science 43: 1156-1162.
- Sheath, R.G. & Burkholder, J.M.** 1985. Characteristics of softwater streams in Rhode Island. II: Composition and seasonal dynamics of macroalgal 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., 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.
- Sstevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L.** 1996 (eds.). Algal ecology - freshwater benthic ecosystems. Academic Press, San Diego. pp. 150-181.
- Ter Braak, C.J.F.** 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate analysis. Ecology 67: 1667-1679.