

Microhabitat de *Tolypothrix distorta* Kütz. ex Bornet & Flahault (Microchaetaceae, Cyanophyta) em dois riachos da região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil

Rogério Antonio Krupek^{1,4}, Ciro César Zanini Branco² e Cleto Kaveski Peres³

Recebido: 29.06.2011; aceito: 28.05.2013

ABSTRACT - (Microhabitat of *Tolypothrix distorta* Kütz. ex Bornet & Flahault (Microchaetaceae, Cyanophyta) in two streams from midsouthern region of Paraná State, Brazil). This study aimed to evaluate some microhabitat characteristics of two populations of *Tolypothrix distorta* in streams from midsouthern region of Paraná State on a seasonal period. Each population was monthly investigated for the abundance of *T. distorta* and environmental variables such as depth, current velocity, irradiance, richness, and substrate diversity (H') using the quadrat technique for each sample unit (n = 7-10). For each segment the following physical and chemical water variables were also measured: temperature, oxygen saturation, specific conductance, pH, and turbidity. The seasonal period of higher abundance (percent cover) occurred during the months corresponding to summer/fall for both populations. The analyses also showed that populations had lower niche width and wide variation under the environmental conditions, characterizing the species as a generalist in the use of resources. Faster water flow and larger substrates favored the development of *T. distorta*, which may be related to the species morphological characteristics, thallus type that consists of tangled filaments formed by tuft and covered with thick gelatinous coats.

Key words: autoecology, macroalgae, *Tolypothrix distorta*, seasonal variation

RESUMO - (Microhabitat de *Tolypothrix distorta* Kütz. ex Bornet & Flahault (Microchaetaceae, Cyanophyta) em dois riachos da região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil). O presente estudo teve por objetivo avaliar temporalmente algumas características de microhabitat de duas populações de *Tolypothrix distorta* em riachos da região Centro-Sul do Estado do Paraná. As populações foram avaliadas mensalmente, através da técnica de quadrados, quanto à abundância de *T. distorta* e as variáveis microambientais profundidade, velocidade da correnteza, irradiância, riqueza e diversidade (H') do substrato para cada unidade amostral (n = 7-10). Para cada trecho foram ainda medidas as seguintes variáveis físicas e químicas da água: temperatura, saturação de oxigênio, condutividade, pH e turbidez. O período sazonal de maior abundância (cobertura percentual) ocorreu, para ambas as populações, durante os meses correspondentes ao verão/outono. As análises mostraram que as populações apresentaram baixa largura de nicho e ampla variação nas condições ambientais ocorrentes, caracterizando a espécie como generalista quanto ao uso dos recursos. Os resultados sugerem que a elevada velocidade da correnteza e os substratos de maior tamanho favoreceram o desenvolvimento de *T. distorta*, que pode estar relacionado com as características morfológicas, talo tipo tufo formado por filamentos emaranhados e coberto com ampla capa gelatinosa da espécie.

Palavras-chave: auto-ecologia, macroalga, *Tolypothrix distorta*, variação sazonal

Introdução

Cianobactérias filamentosas heterocitadas com desenvolvimento macroscópico são comuns em ecossistemas lóticos, principalmente em riachos com boas condições de preservação (p.ex. Branco & Necchi 1996, Krupek *et al.* 2008, Peres *et al.* 2008). Muitas

dessas macroalgas apresentam hábito de crescimento similar a tufos emaranhados, algumas vezes com uma ampla capa gelatinosa, e que se desenvolvem de modo mais conspicuo em regiões de pequenas corredeiras (Skinner & Entwisle 2001).

Tolypothrix distorta Kütz. ex Bornet & Flahault (Microchaetaceae, Cyanophyta) é uma alga

1. Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Biologia, Campus de União da Vitória, Praça Coronel Amazonas, Caixa Postal 291, 84600-000 União da Vitória, PR, Brasil
2. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Departamento de Ciências Biológicas, Av. Dom Antônio, 2100, 19806-900 Assis, SP, Brasil
3. Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Av. Tancredo Neves, 6731, Parque Tecnológico Itaipu, 85867-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
4. Autor para correspondência: rogeriokrupek@yahoo.com.br

que apresenta o típico crescimento macroscópico do talo na forma de pequenos tufo formando filamentos emaranhados, facilmente visíveis no leito de pequenos rios e riachos. Este talo apresenta filamentos aproximadamente eretos, com uma bainha de mucilagem espessa. O tricoma heteropolar apresenta falsas ramificações com heterocitos apicais ou menos frequentemente intercalares (Branco *et al.* 2009). A presença de *T. distorta* tem sido reportada para as mais diversas regiões do mundo: América do Norte (Sheath & Cole 1992), Austrália (Skinner & Entwisle 2001), Europa (Holmes & Whitton 1981). No Brasil essa alga também já foi observada ocorrendo em riachos principalmente da região sudeste do país (p.ex. Branco *et al.* 1999, Necchi Junior *et al.* 2008).

Embora se tenha descrito a presença de *T. distorta* como representante importante de comunidades de macroalgas em ambientes lóticos de várias regiões do mundo, muito pouco se sabe sobre os fatores ambientais que influenciam na distribuição espacial e sazonal dessa espécie. Este estudo teve como objetivo avaliar aspectos relacionados à variação temporal e ainda às características de microhabitat de duas populações de *T. distorta* em riachos da região centro-sul do Estado do Paraná. Tais estudos irão auxiliar na compreensão de padrões de distribuição dessa alga e dos fatores que controlam tais processos.

Material e métodos

As amostragens foram realizadas mensalmente, de janeiro a dezembro de 2007, em dois riachos (rio Guabiroba - 25°24'S-51°22'W e rio Lageadinho - 25°11'S-51°21'W) localizados no município de Guarapuava - região Centro-Sul do Estado do Paraná - os quais apresentavam crescimento evidente da macroalga. Foram medidas as seguintes variáveis físicas e químicas da água: temperatura (°C), saturação de oxigênio (mg L⁻¹), condutividade (μS cm⁻¹) pH e turbidez (NTU). Todos estes parâmetros foram obtidos em campo com auxílio do analisador de água Horiba U-10 equipado com uma sonda multifunção. Todas as variáveis foram obtidas sempre no mesmo horário (10:00 ± 1h). Dados referentes à precipitação pluviométrica foram obtidos junto à Secretaria Regional de Agricultura e Meio Ambiente do município em questão.

As análises de microhabitat foram conduzidas por meio da técnica de quadrados (Krebs 1989), sendo que as unidades amostrais foram constituídas por círculos de 20 cm de diâmetro (0,05 m²). Estes foram posicionados em regiões onde ocorria o

desenvolvimento evidente de *Tolypothrix distorta*. O número de unidades amostrais teve variação de sete a dez para cada ponto e data de amostragem, conforme a presença de manchas macroscópicas da macroalga. Dentro de cada unidade amostral foi estimada a abundância (porcentagem de cobertura) de *T. distorta* pela análise visual do leito do riacho, com o auxílio de um observador subaquático (Viewbox). Foram ainda mensuradas as seguintes variáveis microambientais: velocidade da correnteza (cm s⁻¹), utilizando-se um correntômetro digital Swoffer 2100; irradiância (μmol m⁻² s⁻¹), com o auxílio de um quantômetro Li-Cor 189 equipado com sensor esférico Li-193SA; profundidade (cm), tomada com uma régua posicionada no centro da unidade amostral; e, por fim, riqueza do substrato, determinada pelo número e porcentagem para cada tipo (rocha contínua, matacão, seixo, cascalho, areia ou macrófita) pela análise visual. Posteriormente, os valores de abundância dos substratos foram utilizados para determinar o índice de diversidade do substrato (índice de Shannon-Wiener: $H = -\sum (p_i) (\log p_i)$, onde p_i : porcentagem de cobertura do substrato na unidade amostral), sendo o mesmo utilizado posteriormente também como variável microambiental. Um número igual de unidades amostrais sem crescimento de alga (designadas como "controle") foram aleatoriamente analisadas para comparação com aquela na qual *T. distorta* estava presente, a fim de avaliar possíveis diferenças nas características de microhabitat.

Para todos os riachos e datas de amostragem, foi calculada a largura de nicho de *T. distorta*, para avaliar o grau de especialização de cada população. Para tanto, foi utilizado o índice padronizado de Levin (Krebs 1989): $B_n = (B - 1)/(n - 1)$, onde B_n : largura de nicho, $B = 1/\sum (p_{xi})^2$, p_{xi} : abundância relativa de *T. distorta* na unidade amostral i (x_i/X), $X = \sum x_i$ e n = número total de amostras. Possíveis diferenças ou similaridades na porcentagem de cobertura de *T. distorta* entre as duas populações foram avaliadas com teste t de Student e associações entre abundância e as variáveis regionais foram testadas através do coeficiente de correlação r de Pearson (Sokal & Rohlf 1981). Variações nos parâmetros microambientais entre os dois riachos e as unidades amostrais com alga e controle foram determinadas pela Análise de Variância (ANOVA - uma via, Zar 1999). A influência das variáveis microambientais sobre a abundância (cobertura percentual) de *T. distorta* foi verificada pela Análise de Regressão Linear Simples e Múltipla (Zar 1999). As variáveis selecionadas para essa análise foram apenas aquelas que não apresentaram correlação

significativa entre si, sendo eliminadas as que apresentaram forte colinearidade (Digby & Kempton 1987). Dessa forma, a variável riqueza do substrato foi excluída da análise por correlacionar-se com H' do substrato. Por fim, as possíveis relações entre os valores de abundância e as variáveis de microhabitat foram avaliadas pelo coeficiente de correlação r de Pearson (Sokal & Rohlf 1981). Os testes estatísticos foram realizados com auxílio do software Statistica (versão 5.0, Statsoft).

Resultados

A dinâmica sazonal de *Tolypothrix distorta* foi bastante similar entre as duas populações avaliadas (figura 1). Ambas apresentaram ampla variação nos valores de abundância (zero a 43,6% para a população 1 e zero a 52% para a população 2), ao longo do período de estudo; entretanto, não foi detectada diferença significativa entre as duas populações ($t = -0,782$, $p = 0,442$), porém de modo geral, a população 2 apresentou valores mais elevados de cobertura percentual (figura 1). Da mesma forma, o período de maior abundância também foi similar, ocorrendo durante os meses de fevereiro, março e maio para a população 1 e no período compreendido entre janeiro e junho para a população 2 (figura 1). A única correlação observada entre os valores de abundância e as variáveis físico-químicas da água foi com saturação de oxigênio: $r = 0,633$, $p < 0,05$ para a população 1 e $r = 0,808$, $p < 0,01$ para a população 2.

As condições de microhabitat observadas para as populações de *T. distorta* mostraram padrão similar de variação (figuras 2 e 3). Ambas ocorreram dentro de amplas condições de microhabitat para todas as variáveis avaliadas para as populações 1 e 2, respectivamente: profundidade ($X = 12,6 \pm 4,5$ cm e $X = 7,2 \pm 2,0$ cm); velocidade da correnteza ($X = 0,44 \pm 0,2$ m s⁻¹ e $X = 0,45 \pm 0,25$ m s⁻¹); irradiância ($X = 656,8 \pm 317,9$ μmol m⁻² s⁻¹ e $X = 847,6 \pm 509,6$ μmol m⁻² s⁻¹); riqueza do substrato ($X = 1,73 \pm 0,28$ e $X = 1,67 \pm 0,44$); H' do substrato ($X = 0,16 \pm 0,07$ e $X = 0,15 \pm 0,08$). O padrão de variação sazonal também foi similar para as duas populações dentro de todos os parâmetros avaliados (figuras 2 e 3). De modo geral, os valores mais elevados para todos os parâmetros foram observados no primeiro semestre do ano, enquanto que no segundo semestre os valores tenderam a ser menores. Para velocidade da correnteza e irradiância tais padrões foram bastante evidentes, enquanto que para as demais variáveis microambientais houve menor variação nos

valores nominais e tal padrão foi menos conspícuo. A profundidade variou pouco na população 2 e não mostrou padrão sazonal evidente (figura 3). Riqueza e H' do substrato (figuras 2 e 3) também não mostraram padrão de variação muito evidente, devido provavelmente, à menor amplitude.

Tolypothrix distorta foi bastante seletiva quanto ao tipo de substrato utilizado (figura 4). O desenvolvimento de *T. distorta* foi observado em apenas três tipos de substrato (matacão, seixos e rocha contínua). Houve preferência por substrato do tipo matacão em ambas as populações e em todas as datas de amostragem, com exceção dos meses de janeiro e fevereiro para a população 2 (figura 4).

Os valores de largura de nicho foram extremamente baixos para as duas populações durante todo o período amostrado. Para a população 1, os valores ficaram entre 0,01 e 0,24 ($X = 0,08 \pm 0,06$) e para a população 2 entre 0 e 0,12 ($X = 0,05 \pm 0,03$). Poucas diferenças significativas nas variáveis de microhabitat foram observadas entre unidades amostrais com algas e o controle (para profundidade em ambas as populações) bem como, entre as unidades amostrais das populações 1 e 2 (para profundidade e riqueza de substrato) (tabela 1).

A Análise de Regressão Linear Múltipla não se revelou significativa para a população 1, entretanto, a Regressão Linear Simples detectou a influência da velocidade da correnteza na abundância de *T. distorta*,

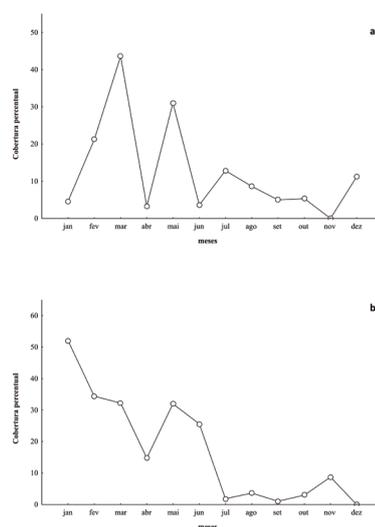


Figura 1. Variação sazonal de abundância (cobertura percentual) para a população 1 (a) e 2 (b) de *Tolypothrix distorta*, em dois riachos da região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil.

Figure 1. Seasonal variation of abundance (percent cover) for population 1 (a) and 2 (b) of *Tolypothrix distorta*, in two streams from midsouthern region of Paraná State, Brazil.

explicando 38,7% ($F = 5,68, p < 0,05$) da variação. Para a população 2 a influência foi significativa ($F = 13,14, p < 0,01$) e o conjunto das variáveis microambientais foram responsáveis por 89,7% da variação na abundância de *T. distorta*. As variáveis

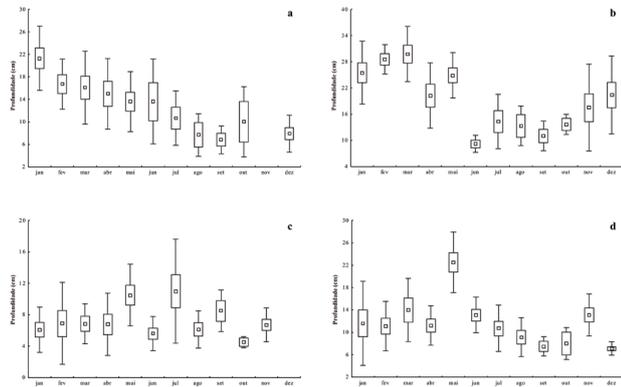


Figura 2. Valores mensais (média, 1º e 3º quartis, valores mínimo e máximo e extremos) de profundidade, velocidade da correnteza, irradiância, riqueza e diversidade do substrato obtidos dentro das unidades amostrais para a população 1 de *Tolypothrix distorta*, região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil.

Figure 2. Monthly values (average, 1º and 3º quartiles, minimum, maximum, and extremes values) of depth, current velocity, irradiance, richness, and substrate diversity obtained within the sampling units for the population 1 of *Tolypothrix distorta*, midsouthern region of Paraná State, Brazil.

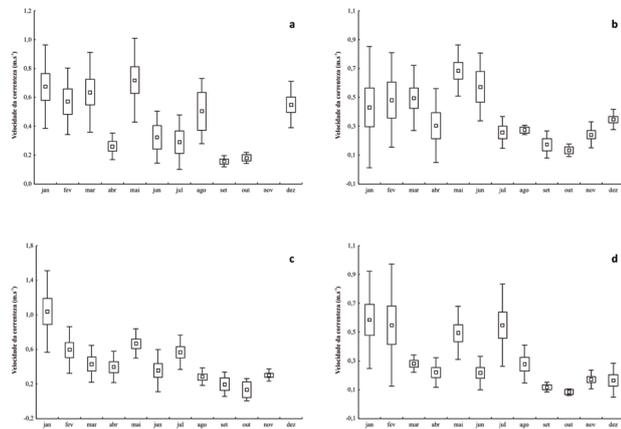


Figura 3. Valores mensais (média, 1º e 3º quartis, valores mínimo e máximo e extremos) de profundidade, velocidade da correnteza, irradiância, riqueza e diversidade do substrato obtidos dentro das unidades amostrais para a população 2 de *Tolypothrix distorta*, região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil.

Figure 3. Monthly values (average, 1º and 3º quartiles, minimum, maximum and extremes values) of depth, current velocity, irradiance, richness and diversity substrate obtained within the sampling units for the population 2 of *Tolypothrix distorta*, midsouthern region of Paraná State, Brazil.

mais influentes foram velocidade da correnteza (0,607) e irradiância (0,500).

Discussão

As variações nas características físicas avaliadas não revelaram padrão nítido de distribuição microambiental para as duas populações de *Tolypothrix distorta* estudadas. A ampla gama de condições ambientais na qual foi observado o desenvolvimento das populações mostra que a espécie é bastante generalista quanto às condições de microhabitat em que se desenvolvem. *Tolypothrix distorta* foi bastante tolerante à grande variação das condições físicas, principalmente de velocidade da correnteza e irradiância. Tal característica pode conferir a essa espécie vantagem sobre as demais, em ambientes que apresentam ampla variação nas condições ambientais. Stal (1995) afirmou que o sucesso no desenvolvimento de comunidades de Cyanobacteria em ambientes altamente variáveis deve-se ao seu metabolismo versátil. Sheath *et al.* (1996) encontraram espécies de algas azuis predominando em ambientes de Tundra, com condições adversas, tolerantes à baixa temperatura, dessecação e altas irradiâncias.

O maior desenvolvimento sazonal das populações de *T. distorta* ocorreu principalmente em condições de irradiância e velocidade da correnteza mais elevadas. A irradiância é um dos principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento de macroalgas lólicas. Ambientes fortemente sombreados geralmente

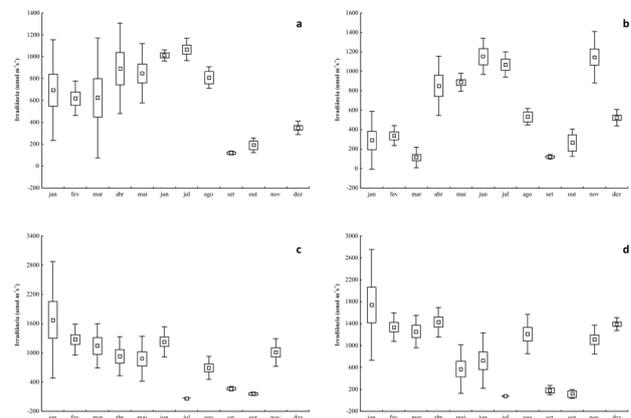


Figura 4. Valores percentuais de ocorrência nos diferentes tipos de substratos pelas populações 1 (a) e 2 (b) de *Tolypothrix distorta*, em dois riachos da região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil. (□: matacão; ■: seixo; ■: rocha contínua).

Figure 4. Percentual values of occurrence on populations 1 (a) and 2 (b) of *Tolypothrix distorta* in different types of substrates, in two streams from midsouthern region of Paraná State, Brazil. (□: boulder; ■: cobble; ■: bed rock).

são limitantes para o desenvolvimento de espécies de algas bentônicas (p.ex. Krupek *et al.* 2007, Branco *et al.* 2009). Contudo, diversos trabalhos (Filkin *et al.* 2003, Krupek *et al.* 2008, Peres *et al.* 2008) têm demonstrado a presença de espécies de Cyanobacteria em segmentos de rios e riachos com forte atenuação da luz, provocada pela presença de vegetação ciliar. Tal fato deve-se, provavelmente, ao melhor desempenho ecofisiológico do complexo pigmentar dessas algas (Necchi Jr. 2004). O desenvolvimento das populações de *T. distorta* nos riachos com altos valores de irradiância, parece ser nesse caso, a outro fator de influência. Nesse sentido, os valores elevados de velocidade da correnteza devem ter sido os principais responsáveis pela predominância de *T. distorta*

Tabela 1. Valores da Análise de Variância (ANOVA - uma via) entre as populações 1 e 2 e as unidades amostrais com alga e controle para todas as variáveis microambientais mensuradas durante o período amostral, em dois riachos da região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil. n = 12.

Table 1. Values of variance analysis (ANOVA - one way) between populations 1 and 2 and the sample units with algae and control for all microenvironmental variables measured during the sample period, in two streams from midsouthern region of Paraná State, Brazil. n = 12.

Variáveis	F	p
Profundidade		
População 1 × População 2	6,32	0,021
População 1 (alga × controle)	13,31	0,002
População 2 (alga × controle)	13,11	0,002
Velocidade da correnteza		
População 1 × População 2	0,70	0,410
População 1 (alga × controle)	0,06	0,803
População 2 (alga × controle)	1,12	0,301
Irradiância		
População 1 × População 2	1,33	0,262
População 1 (alga × controle)	2,78	0,111
População 2 (alga × controle)	0,27	0,605
Riqueza do substrato		
População 1 × População 2	6,42	0,020
População 1 (alga × controle)	0,15	0,696
População 2 (alga × controle)	0,24	0,925
Diversidade do substrato		
População 1 × População 2	3,92	0,062
População 1 (alga × controle)	0,15	0,696
População 2 (alga × controle)	0,01	0,925

sobre as demais espécies nos riachos avaliados. A forma do talo da espécie, do tipo emaranhado, tem sido considerada como uma adaptação ao estresse provocado pela velocidade da correnteza dos ecossistemas lóticos (Sheath & Hambrook 1990, Branco *et al.* 2001). Segundo Stal (1995), apesar de muitas espécies de algas azuis ocorrerem em grande abundância dentro de um único emaranhado, muitos ambientes são dominados por apenas uma espécie, como é o caso do presente estudo. Blinn *et al.* (1998) observaram o aumento significativo de Cyanobacteria mucilaginosas, entre elas *Tolypothrix* sp., durante períodos de elevado fluxo da correnteza. A produção de mucilagem levaria a redução nos efeitos do estresse hidráulico provocado pelo fluxo da água.

A relativa seletividade com relação ao uso do substrato por *T. distorta*, com prevalência em substratos de maior tamanho, deve estar relacionada à estabilidade que esses substratos apresentam em ambiente tão dinâmico e variável como o de águas correntes. Tal constatação parece confirmar-se no presente trabalho, já que elevados valores de velocidade da correnteza foram encontrados. Diversos trabalhos têm constatado a relação entre abundância de algas bentônicas e o tamanho das partículas do substrato (Necchi & Moreira 1995, Cattaneo *et al.* 1997, Branco & Necchi 2003, Downes *et al.* 2003, Bergey & Resh 2006), o que demonstra a importância desse fator físico na distribuição destes organismos. Os baixos valores de largura de nicho obtidos para as duas populações de *Tolypothrix distorta* indicam ainda o baixo grau de especialização das condições de microhabitat nos segmentos avaliados, demonstrando a alta tolerância dessa espécie às variações nos parâmetros microambientais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, pela bolsa de Doutorado concedida ao primeiro Autor.

Literatura citada

- Bergey, E.A. & Resh, V.H. 2006. Differential response of algae on small streambed substrates to floods. The American Midland Naturalist 155: 270-277.
- 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. & Smith, R.A. 2002. Taxonomic richness of stream benthic algae: Effects of flood disturbance and nutrients. Limnology and Oceanography 47: 1175-1186.

- Blinn, D.W., Shannon, J.P., Benenati, P.L. & Wilson, K.P.** 1998. Algal ecology tailwater stream communities: the colorado river below Glen Canyon Dan, Arizona. *Journal of Phycology* 34: 734-740.
- Branco, C.C.Z. & Necchi, O.Jr.** 1996. Survey of stream macroalgae of eastern Atlantic Rainforest of São Paulo State, southeastern Brazil. *Archiv fur Hydrobiologie* 80: 35-57.
- Branco, C.C.Z. & Necchi, O.Jr.** 1998. Microhabitat and morphometric variation of two Chaetophoracean (Chaetophorales, Chlorophyta) species in tropical streams of southeastern Brazil. *Phycological Research* 46: 169-174.
- Branco, C.C.Z. & Necchi, O.Jr.** 2003. Temporal dynamics of two species of Chaetophoraceae (Chlorophyta) in tropical streams of São Paulo State, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 151-161.
- Branco, C.C.Z., Krupek, R.A. & Peres, C.K.** 2008. Seasonality of macroalgal communities in a subtropical drainage basin in Paraná state, southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68: 741-749.
- 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 of Biology and Technology* 52: 379-386.
- Branco, L.H.Z. & Necchi, O. Jr.** 1997. Seasonality of macroalgae in three tropical drainage basins in São Paulo State, southeastern Brazil. *Archiv fur Hydrobiologie* 141: 75-91.
- Branco, L.H.Z., Necchi, O.Jr. & Branco, C.C.Z.** 1999. Cyanophyceae from lotic ecosystems of São Paulo State, southeastern Brazil. *Algalological Studies* 94: 63-87.
- Branco, L.H.Z., Necchi, O.Jr. & Branco, C.C.Z.** 2001. Ecological distribution of Cyanophyceae in lotic ecosystems of São Paulo State. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 99-108.
- Cattaneo, A., Kerimian, T., Roberge, M. & Marty, J.** 1997. Periphyton distribution and abundance on substrata of different size along a gradient of stream trophy. *Hydrobiologia* 354: 101-110.
- Digby, P.G.N. & Kempton, R.A.** 1987. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman and Hall, London.
- Downes, B.J., Entwisle, T.J. & Reich, P.** 2003. Effects of flow regulation on disturbance frequencies an in-channel bryophytes and macroalgae in some upland streams. *River Reserch and Applications* 19: 27-42.
- Filkin, N.R., Sherwood, A.R. & Vis, M.L.** 2003. Macroalgae from 23 stream in the Hawaiian Islands. *Pacific Science* 57: 421-431.
- Gordon, N.D., McMahon, T.A. & Finlayson, B.L.** 1992. Stream hydrology, an introduction for ecologists. John Wiley & Sons, Chichester.
- Holmes, N.T.H. & Whitton, B.A.** 1981. Phytobenthos of River Tees and its tributaries. *Freshwater Biology* 11: 43-60.
- 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: 173-182.
- Krupek, R.A., Branco, C.C.Z. & Peres, C.K.** 2008. Levantamento florístico das comunidades de macroalgas da bacia do Rio das Pedras, região centro-sul do estado do Paraná, sul do Brasil. *Hoehnea* 35: 189-208.
- Necchi, O.Jr.** 1997. Microhabitat and plant structure of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) populations in four streams of São Paulo State, southeastern Brazil. *Phycological Research*. 45: 39-45.
- Necchi, O.Jr.** 2004. Photosynthetic responses to temperature in tropical lotic macroalgae. *Phycological Research*. 52: 140-148.
- Necchi, O.Jr. & Pascoaloto, D.** 1993. Seasonal dynamics of macroalgal communities in the Preto River basin, São Paulo, southeastern Brazil. *Archiv fur Hydrobiologie* 129: 231-252.
- Necchi, O.Jr. & Moreira, J.C.L.** 1995. Longitudinal distribution of macroalgae in two tropical lotic ecosystems from southeastern Brazil. *Archiv fur Hydrobiologie* 135: 13-28.
- Necchi, O.Jr., Branco, L.H.Z. & Spezamiglio, D.** 2008. Distribuição ecológica de comunidade de macroalgas de ambientes lóticos do Parque Nacional de Itatiaia (RJ, MG), Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 135-145.
- Necchi, O.Jr., Dip, M.R. & Góes, R.M.** 1991. Macroalgae of a stream in southeastern Brazil: composition, seasonal variation and relation to physical and chemical variables. *Hydrobiologia* 213: 241-250.
- 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 Botânica Brasilica* 22: 333-344.
- Sheath, R.G. & Burkholder, J.** 1985. Characteristics of softwater stream in Rhode Island. II: Composition and seasonal dynamics of macroalgae communities. *Hydrobiologia* 128: 109-118.
- Sheath, R.G. & Hambrook, J.A.** 1990. Freshwater ecology. *In*: K.M. Cole & R.G. Sheath (eds.). *Biology of red algae*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 423-453.
- 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.
- Skinner, S. & Entwisle, T.J.** 2001. Non-marine algae of Australia: 2. Some conspicuous tuft-forming Cyanobacteria. *Telopea* 9: 685-712.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J.** 1981. *Biometry*. W.H. Freeman, New York.
- Stal, J.** 1995. Tansley review N 84: Physiological ecology of cyanobacteria in microbial mats and other communities. *New Phycologist* 131: 1-32.
- Zar, J.H.** 1999. *Biostatistical Analysis*, fourth edition. Prentice Hall, Upper Saddle River.