

Características microambientais de *Spirogyra* sp. em um ecossistema lótico

Environmental characteristics determining the occurrence of Spirogyra sp. in a stream

Susana Ferreira dos Santos¹

Rogério Antonio Krupek²

RESUMO

Avaliaram-se quais características ambientais determinam a abundância da macroalga bentônica *Spirogyra* sp. em um riacho no município de União da Vitória, Paraná. A amostragem foi feita num transecto de 10m sem vegetação marginal e alta incidência solar (550 lux). Registrou-se a abundância da macroalga ao acaso em 20 rochas. Também registraram-se as seguintes características físico-químicas: tamanho de substratos, profundidade, pH, condutividade, velocidade da correnteza; e saturação de oxigênio. Utilizou-se uma regressão linear para testar a influência das variáveis físico/químicas na abundância (cobertura percentual) de *Spirogyra* sp., que variou amplamente (68,25%; 5,0% a 100,0%). As variáveis ambientais não influenciaram a abundância de *Spirogyra* sp. ($R^2=0,227$; $p>0,05$), provavelmente devido à ampla variação dos parâmetros avaliados nas rochas em que a espécie ocorria. Portanto, essa espécie parece ser generalista.

Palavras-chave: Macroalga bentônica. Riacho. Variáveis abióticas.

ABSTRACT

We tested which environmental variables determine the abundance of the benthic macroalgae Spirogyra sp. in a stream in União da Vitória, Paraná, Brazil. We sampled microalgae and environmental variables in a 10m transect without marginal vegetation and high light incidence (550 lux). We recorded the

¹ Universidade Estadual do Paraná, Curso de Ciências Biológicas. União da Vitória, PR, Brasil.

² Universidade Estadual do Paraná, Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória. Praça Coronel Amazonas, s/n., Centro, 84600-000, União da Vitória, PR, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R.A. KRUPEK. E-mail: <rogeriokrupek@yahoo.com.br>.

abundance of the macroalgae randomly in 20 rocks inside the stream. We also recorded the following physico-chemical variables of the habitat: substrate size, depth, pH, conductivity, water velocity, and oxygen saturation. The abundance of *Spirogyra* sp. and abiotic variables were initially submitted to descriptive statistics. We tested the influence of physico-chemical variables on the abundance (percentage cover) of *Spirogyra* sp. using a linear regression. The abundance of *Spirogyra* sp. varied widely (68.25%;5% to 100%). The environmental variables did not influence the abundance of *Spirogyra* sp. ($R^2=0.227$; $p>0.05$), probably due to the wide variation in environmental variables where the species is found. Therefore, the species seems to be a generalist.

Keywords: Abiotic variables. Benthic macroalgae. Stream.

INTRODUÇÃO

As algas são organismos capazes de ocupar todos os meios que lhes ofereçam luz e umidade suficientes; podem ocorrer de modo temporário ou permanente, e são encontradas em ambientes de água doce, na água do mar, sobre os solos úmidos ou mesmo sobre a neve. Quer sejam uni ou pluricelulares, as algas retiram todos os nutrientes que precisam do meio onde estão - solução ou umidade - e, portanto, são organismos fundamentalmente aquáticos. Entretanto, apesar da simplicidade aparente desses organismos, algumas algas possuem "sistemas" internos que só são encontrados nos vegetais superiores (Bhattacharya & Medlin, 1998).

As algas bentônicas são os principais produtores primários em ecossistemas lóticos, uma vez que se encontram fixas ao substrato, suportando os efeitos mecânicos promovidos pelo fluxo contínuo da correnteza, comum nesses ecossistemas aquáticos. Além disso, elas são importantes funcionalmente devido à produção de biomassa e a seu papel na ciclagem biogeoquímica, chegando a contribuir com cerca de 40% da produção primária do planeta (Andersen, 1998). Algas bentônicas com evidente crescimento macroscópico, as macroalgas, conforme definido por (Sheath & Cole, 1992), têm sido o objeto de estudos de diferentes interesses (Peres *et al.*, 2008).

A alga bentônica *Spirogyra* sp. pertence à divisão Chlorophyta (algas verdes) e à família Zygnemataceae, onde estão inseridas as algas filamentosas não ramificadas (Hainz *et al.*, 2009). Os filamentos de *Spirogyra* são normalmente livre-

flutuantes e só muito raro são fixos ao substrato. Os filamentos são unisseriados, simples e constituídos por células cilíndricas, em geral até 30 vezes mais longas que largas, raro ao redor de duas vezes mais largas que longas. Ocorrem de 1 a 16 cloroplastídios por célula, de situação parietal, com a forma de fita helicóide e com numerosos pirenóides arranjados em série (Bicudo & Bicudo, 1970). *Spirogyra* apresenta dois modos de reprodução distintos: 1) a reprodução vegetativa (assexuada), que ocorre devido à fragmentação, e 2) a reprodução sexuada, que ocorre por conjugação entre uma célula feminina e uma masculina, onde a fusão dos gametas resulta em um zigósporo que permanece no interior da célula feminina até sua morte, quando é liberado (Mahendra, 2008). Para identificação da espécie, é essencial a observação do zigoto (Bellinger & Singer, 2010).

Spirogyra sp. é caracterizada como sendo uma alga metafítica, ou seja, encontra-se na zona fótica de rios e riachos, mas comumente não está diretamente aderida ao substrato e sim fracamente agregada e/ou associada com os diferentes substratos em áreas mais protegidas da correnteza (Stevenson *et al.*, 1996). É comumente encontrada em riachos de regiões tropicais, sendo que já foi observada ocorrendo em ambientes lóticos de diversas regiões do Brasil (Krupek, 2007).

Já foram descritas ao redor de 300 espécies de *Spirogyra* sp. O gênero tem distribuição cosmopolita no globo e a maioria das espécies tem ocorrência bastante comum na natureza. Randhawa (1959) permite identificar 289 e Transeau (1951), 275 das 300 espécies. Mais de 30 espécies já foram

identificadas para o Brasil, sendo o estado do Rio de Janeiro o melhor investigado de todos até o momento. Não existe ainda no Brasil uma obra que permita a identificação taxonômica de um grande número de espécies de *Spirogyra* sp.. Os trabalhos de Dias (1983, 1997) permitem identificar os maiores números de espécies, nove e dez, respectivamente, e foram ambos baseados em material coletado do estado do Rio de Janeiro (RJ).

A alga verde filamentosa *Spirogyra* sp. tem sido comumente descrita como uma das espécies mais comuns em ambientes lóticos brasileiros. Ela ocorre em uma grande variedade de habitats, onde se encontra tipicamente aderida a um substrato estável ou como um manto flutuando livremente (Lembi *et al.*, 1988), dado que não necessita de condições específicas para seu crescimento (Bellinger & Singer, 2010). Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo averiguar a influência de variáveis físicas e químicas da água sobre a abundância da alga verde filamentosa *Spirogyra* sp. em um ambiente de água corrente.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado no Rio das Correntes (26°10'44.8"S e 51°06'10.6"O), localizado em uma propriedade particular, na Colônia Correntes, a aproximadamente 7km do centro do município de União da Vitória, região Sul do estado do Paraná. Segundo Hort (1990), o município está localizado no extremo Sul paranaense, fazendo parte da microrregião do médio Iguaçu, na fronteira com o estado de Santa Catarina, com uma extensão territorial de 786km² e altitude média de 752m, latitude 26°13'44"S e longitude 51°04'58"O. O clima predominante é o tropical mesotérmico úmido, de acordo com Köppen (Instituto Agronômico do Paraná, 2014).

O Rio das Correntes apresenta o substrato predominante rochoso, com alguns pontos de

cascalho e sedimento arenoso. O segmento estudado apresenta um trecho de sua vegetação marginal natural ausente e outro trecho bem preservado (Figura 1).

Procedimentos

Foram conduzidas amostragens qualitativas e quantitativas da macroalga bentônica *Spirogyra* sp., aderida aos substratos formadores do leito do rio Correntes. No local de coleta, foi selecionado um segmento de dez metros de comprimento, onde as análises foram realizadas. Para tanto, foram amostradas, ao acaso, um total de vinte rochas, as quais apresentavam um visível crescimento macroscópico da alga *Spirogyra* sp.. Para cada uma das rochas, foi avaliada a abundância (cobertura percentual) da macroalga e as seguintes variáveis físicas e químicas da água: profundidade, medida com o auxílio de uma régua centimétrica, sendo a mesma determinada pela diferença entre a superfície da rocha e a superfície da coluna d'água; velocidade da correnteza, tomada por meio de um fluxômetro mecânico, General Oceanics, 2030R, posicionado sobre a rocha analisada; tamanho do substrato, a partir da medida do maior comprimento, sendo esta medida tomada com auxílio de uma régua. Em adição, foi coletada uma amostra de água logo acima de cada rocha e em seguida aferidos os seguintes parâmetros: temperatura da água, medida por um termômetro digital; condutividade específica e pH, por meio de um analisador de pH e condutividade portátil; e oxigênio dissolvido, medido com auxílio de um oxímetro portátil. Para caracterização geral do ambiente, foram também medidas as seguintes variáveis limnológicas: amônia, alcalinidade, dureza, luminosidade, ferro, cloreto e turbidez.

Os espécimes obtidos em cada rocha foram coletados e preservados com água do próprio Rio Correntes e posteriormente encaminhados ao laboratório de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná, *campus* União da Vitória para posterior identificação taxonômica.

Após as observações microscópicas realizadas com auxílio de microscópio binocular e a identificação taxonômica, as amostras foram herborizadas em meio líquido (formaldeído 4%) e depositadas no herbário da instituição.

Análise dos dados

A abundância de *Spirogyra* sp. e as variáveis abióticas (tamanho do substrato, profundidade, velocidade da correnteza, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura da água) foram inicialmente submetidas à estatística descritiva. Posteriormente, a influência das variáveis ambientais sobre a abundância (cobertura percentual) de *Spirogyra* sp. foi verificada pela Análise de Regressão

Linear Simples (Zar, 1999). Os testes estatísticos foram realizados com auxílio do *software* Statistica (versão 5.0, Statsoft).

Em adição, foi calculada a largura de nicho de *Spirogyra* sp. no segmento selecionado para avaliar o grau de especialização da população. Para tanto, foi utilizado o índice padronizado de Levin: $Ba = (B - 1)/(n - 1)$, onde Ba : largura de nicho, $B = 1/\sum (pxi)^2$, pxi : abundância relativa de *Spirogyra* sp. na unidade amostral i (x_i/X), $X = \sum x_i$ e n = número total de amostras.

RESULTADOS

O segmento avaliado do rio Correntes apresentou as seguintes características quanto às



Figura 1. Trecho utilizado durante a coleta de macroalgas, localizado no rio das Correntes, na Colônia Correntes em União da Vitória, Paraná.
Fonte: Os autores.

variáveis limnológicas: amônia (NH_3)=10,214, alcalinidade (CaCO_3)=80mg/L, dureza (CaCO_3)=30mg/L, luminosidade=550 lux, ferro (FE)=0.25mg/L, cloreto (CL)=20mg/L e turbidez= $d \leq 50$.

Os valores de abundância de *Spirogyra* sp. nas rochas avaliadas variaram amplamente (5% a 100% \pm 68,25%). Foi verificada, entretanto, uma alta proporção de rochas com um elevado percentual de cobertura (45% das rochas apresentaram mais de 80% de sua área coberta pelos filamentos de *Spirogyra* sp.) (Figura 2). A largura de nicho obtida para a população avaliada foi de $B_A = 0,047$. Todos os valores descritivos para cada uma das variáveis ambientais avaliadas estão representados na Tabela 1. A relação de ocorrência de *Spirogyra* sp. com cada uma das variáveis abióticas em separado está representada na Figura 3.

De modo geral, *Spirogyra* sp. ocorreu em maior proporção em substratos de tamanho médio (13 a 18cm de comprimento), a profundidades médio-

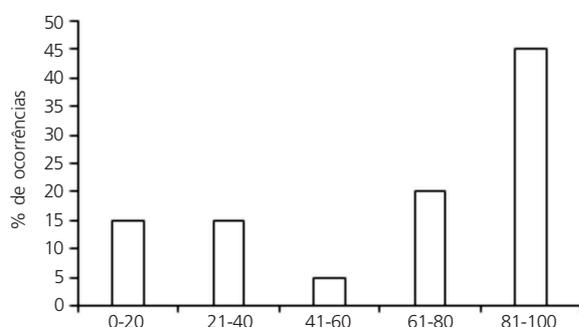


Figura 2. Valores de abundância (% de cobertura) de *Spirogyra* sp. nos substratos avaliados no rio Correntes, localizado no município de União da Vitória, sul do Paraná.

baixas (11 a 15cm) e velocidade da correnteza relativamente alta, sendo todas superiores a 40 cm/s (Figura 3). *Spirogyra* sp. ocorreu ainda em rochas com valores de pH levemente ácidos (principalmente entre 6,10-6,19), elevada saturação de oxigênio (principalmente entre 9,5-9,9mg/L), baixa condutividade (13-15 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e temperaturas medianas (21,0°C-21,9°C). Embora tais características microambientais tenham sido verificadas, os valores de ocorrência de *Spirogyra* sp. variaram amplamente para todas as variáveis abióticas (Figura 3). Nesse sentido, a Análise de Regressão Múltipla não revelou influência significativa ($p > 0,05$) de qualquer variável abiótica sobre a distribuição (abundância) de *Spirogyra* sp. no segmento avaliado.

Conforme Krupek & Branco (2014), as distribuições espacial e temporal das comunidades de macroalgas nos riachos analisados na bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, foram fortemente influenciadas pelas características de substrato e correnteza. Com base nos resultados encontrados e na literatura, variáveis ambientais regionais e, principalmente, de micro-habitat exercem influência na distribuição espacial e temporal de macroalgas lólicas, entretanto ainda é difícil explicar a distribuição observada e identificar um padrão de distribuição de comunidades de macroalgas de riachos tropicais. Um maior número de estudos que estabeleçam relações entre as características abióticas de cada ambiente e a presença de macroalgas é fundamental. Segundo McCormick e Stevenson (1998), as algas, tanto planctônicas quanto perífíticas, apresentam um nicho

Tabela 1. Valores mínimo, máximo, média e desvio-padrão das variáveis abióticas obtidas no segmento avaliado do rio Correntes, localizado no município de União da Vitória, sul do Paraná.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão
Tamanho do substrato (cm)	9,50	26,50	18,85	5,47
Profundidade (cm)	5,00	25,00	13,75	5,52
Velocidade da correnteza (cm/s)	44,46	173,42	101,42	32,07
pH	5,95	6,35	6,13	0,09
Saturação de oxigênio (mg/L)	8,56	10,18	9,27	0,52
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	11,90	22,60	16,10	2,76
Temperatura da água (°C)	20,90	23,40	21,57	0,60

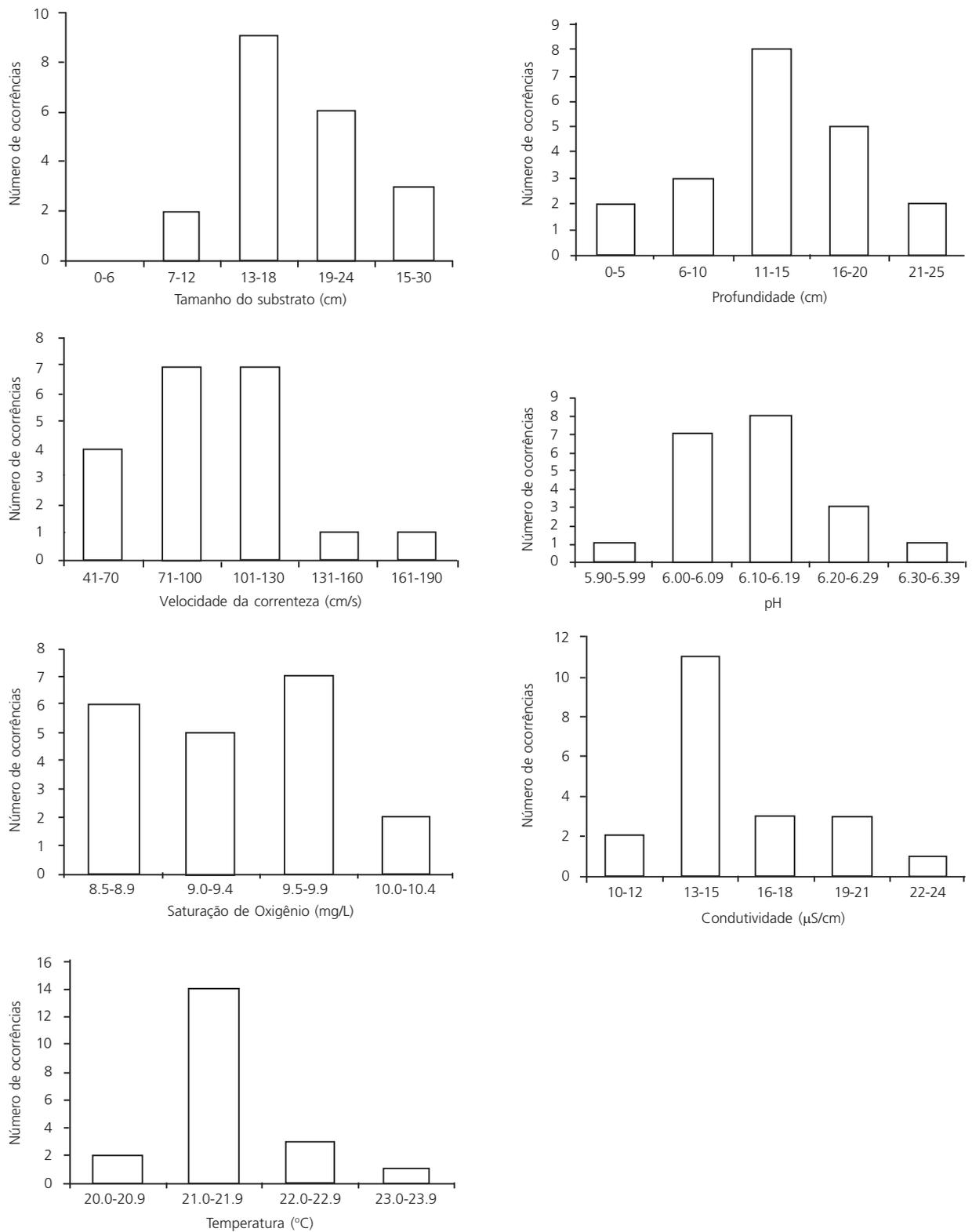


Figura 3. Ocorrência de *Spirogyra* sp. nos substratos avaliados (n=20) no rio Correntes com relação às diferentes variáveis abióticas (tamanho do substrato, profundidade, velocidade da correnteza, pH, saturação de oxigênio, condutividade e temperatura).

definido dentro de cada sistema, sendo este influenciado por fatores específicos como a velocidade da correnteza, morfometria e heterodinâmica, sendo que algumas espécies apresentam amplitude de nichos maior que outras. O valor obtido de largura de nicho para a população de *Spirogyra* sp. avaliada foi extremamente baixo. Tais resultados são indicativos de um baixo grau de especialização por parte da espécie com relação às condições ambientais, e refletem uma elevada tolerância às condições variáveis que são características típicas desse tipo de ecossistema. Resultados similares foram obtidos para as espécies *Tolypothrix distorta* (Krupek *et al.*, 2013) e *Ecballocystis pulvinata* (Krupek *et al.*, 2012), e, segundo os autores, tais espécies são tipicamente generalistas, possuindo maior tolerância às condições heterogêneas do ambiente, levando, conseqüentemente, a uma maior abundância quando comparadas a outras espécies.

Uma importante diferença morfológica entre *Spirogyra* sp. e as espécies acima descritas é a presença em *Tolypothrix distorta* (Krupek *et al.*, 2013) e *Ecballocystis pulvinata* de um aparato de fixação/sustentação melhor adaptado às condições extremas (e.g., altas velocidades da correnteza), o que justificaria sua supremacia diante das demais espécies. Enquanto *T. distorta* apresenta um talo formando pequenos tufos de filamentos cobertos por ampla bainha de mucilagem, *E. pulvinata* possui um talo incrustante, fortemente aderido ao substrato. De modo contrário, *Spirogyra* sp. possui um talo que se fixa no substrato, mas forma longos filamentos livres. Dessa forma, a característica generalista quanto à ocupação do habitat e à elevada abundância pode estar relacionada com outros fatores, assim como a absorção de nutrientes mais efetiva devido à elevada área de superfície entre alga e ambiente (Gordon *et al.*, 1992; Branco & Necchi Júnior, 1997; Stevenson, 1997).

Neste estudo, *Spirogyra* sp. ocorreu em maior proporção em substratos de tamanho médio, baixas profundidades e velocidade da correnteza relativamente alta. Tais resultados são contrários àqueles apresentados por Stevenson *et al.* (1996), que descrevem a ocorrência típica de *Spirogyra* sp. em

regiões com maior diversidade de substrato e menor velocidade da correnteza, ambientes tipicamente de remanso. Considerando que a identificação infragenérica da família Zygnemataceae, incluindo aí o gênero *Spirogyra*, baseia-se em características da fase reprodutiva (conjugação) e que esse processo é dificultado pela ação do fluxo da água, é mais frequente encontrar espécies de *Spirogyra* sp. em estágio reprodutivo em ambientes léticos que, devido ao lento fluxo da água, tornam-se habitats favoráveis à reprodução desses organismos (Pereira & Branco, 2010).

A ausência de desenvolvimento de *Spirogyra* sp. em ambientes lóticos se explicaria pela própria estrutura do talo dessas algas, visto que espécies desse gênero apresentam hábito filamentoso sem um sistema de fixação muito eficiente (Stevenson *et al.*, 1996). Tal pressuposto, entretanto, não é suportado por dados obtidos em vários sistemas lóticos brasileiros (Necchi Júnior *et al.*, 1994; Necchi Júnior, 1997; Branco & Necchi Júnior, 1998; Krupek, 2007), que reportam a presença de *Spirogyra* sp., embora sempre em seu estágio vegetativo. Sendo assim, a baixa abundância ou mesmo a ausência de espécies deste gênero em ambientes lóticos pode estar mais relacionado ao processo de competição do que ausência de um aparato de fixação ou morfologia do talo mais adequado. Neste sentido, *Spirogyra* sp. seria menos competitiva devido à dificuldade de produção de estruturas de reprodução sexuada e, conseqüentemente, menor taxa reprodutiva nesse tipo de ambiente. Neste estudo, portanto, a elevada abundância (cobertura percentual) pode também ser devida à ausência de competição pelo espaço ocupado, o que ocasionou uma ampla ocupação dos substratos por *Spirogyra* sp.. Krupek & Branco (2014) descreveram esse táxon como sendo uma espécie clímax, ou seja, com um lento processo de colonização e ampla ocupação em estágios finais de ocupação do substrato. Embora os autores tenham citado a vulnerabilidade desse táxon (e.g., sistema de fixação frágil) diante das condições ambientais variantes, foi descrito um rápido aumento na ocupação e abundância de *Spirogyra* sp. no local estudado na fase final de colonização (últimos 20

dias de um total de 70), sendo este diretamente relacionado à precipitação local. Dessa forma, parece existir um limite para a ação positiva ou negativa do fluxo da água, onde ele passa de fornecedor de nutrientes e oxigênio para abrasivo, removendo a camada algal do substrato. Neste estudo, o fluxo medido ($X=101,2\text{cm/s}$) parece atuar positivamente sobre o desenvolvimento de *Spirogyra* sp. no segmento avaliado.

No presente estudo, *Spirogyra* sp. ocorreu ainda em rochas com valores de pH levemente ácidos, elevada saturação de oxigênio, baixa condutividade e temperaturas medianas. Tais características refletem condições ambientais com boa qualidade da água, o que por fim parece favorecer o crescimento (abundância) desse táxon.

CONCLUSÃO

Sugere-se uma relação entre a configuração do micro-habitat e as características da alga *Spirogyra* sp., que, mesmo apresentando uma ampla distribuição, também necessita de condições específicas para sua colonização e desenvolvimento em ambientes lóticos.

REFERÊNCIAS

- Andersen, R.A. (1998). Algal biodiversity, with remarks on the ecological and economic significance of algae. *Anais do IV Congresso Latino-Americano, II Reunião Ibero-Americana, VII Reunião Brasileira de Ficologia*, v.1, p.13-29.
- Bellinger, E. & Singer, D. (2010). *Freshwater algae identification and use as bioindicators*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Bhattacharya, D. & Medlin, L. (1998). Algal phylogeny and the origin of land plants. *Plant Physiology*, 116(1):9-15.
- Bicudo, C.E.M. & Bicudo, R.M.T. (1970). *Algas de águas continentais brasileiras: chave ilustrada para identificação de gêneros*. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências.
- Branco L.H.Z. & Necchi Júnior, O. (1997). Seasonality of macroalgae in three tropical drainage basins in São Paulo State, southeastern Brazil. *Archiv für Hydrobiologie*, 141(2):75-91.
- Branco, C.C.Z. & Necchi Júnior, O. (1998). Microhabitat and morphometric variation of two Chaetophoracean (Chaetophorales, Chlorophyta) species in tropical streams of southeastern Brazil. *Phycological Research*, 46(3):169-74.
- Dias, I.C.A. (1983). Zygnemaceae do município do Rio de Janeiro e arredores: uma contribuição ao seu conhecimento. *Rickia*, 10:85-104.
- Dias, I.C.A. (1997). Chlorophyta filamentosas da Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro: taxonomia e aspectos ecológicos. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gordon, N.D.; McMahon, T.A. & Finlayson, B.L. (1992). *Stream hydrology, an introduction for ecologists*. Chichester: Wiley.
- Hainz, R.; Wöber, C. & Schagerl, M. (2009). The relationship between *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Streptophyta) filament type groups and environmental conditions in Central Europe. *Aquatic Botany*, 91(3):173-80.
- Hort, J. (1990). *Geografia do município de União da Vitória*. União da Vitória: Uniporto.
- Instituto Agrônomo do Paraná. (2014). *Classificação climática segundo Köppen*. Disponível em: <<http://www.iapar.br>>. (acesso: 19 mar. 2014).
- Krebs, C.J. (1989). *Ecological methodology*. New York: Harper & Row.
- Krupek, R.A. (2007). Relação entre área de superfície do substrato e abundância de duas algas verdes filamentosas em um riacho da região Centro-Sul do Estado do Paraná. *Estudos de Biologia*, 29(68/69):291-6.
- Krupek, R.A. & Branco, C.C.Z. (2014). Estrutura das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do rio Cascavel, Estado do Paraná, Brasil. *Hoehnea*, 41(1):41-50.
- Krupek, R.A.; Branco, C.C.Z. & Peres, C.K. (2012). Spatial variations at different observational scales and the seasonal distributions of stream macroalgae in a Brazilian subtropical region. *Brazilian Journal of Botany*, 35(3):249-57.
- Krupek, R.A.; Branco, C.C.Z. & Peres, C.K. (2013). Microhabitat de *Tolypothrix distorta* Kütz. ex Bornet & Flahault (Microchaetaceae, Cyanophyta) em dois riachos da região Centro-Sul do Estado do Paraná, Brasil. *Hoehnea*, 40(4):595-600.
- Lembi, C.A.; O'Neal, S.W. & Sepencer, D.F. (1988). Algae as weeds: Economic impact, ecology, and management alternatives. In: Lembi, C.A. & Waaland, J.R. (Ed.), *Algae and human affairs*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Mahendra, J. (2008). Algae: Ulothrix, spirogyra, volvox. *Competition Science Vision*, 11(123):383.
- McCormick, P.V. & Stevenson, R.J. (1998). Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida Everglades. *Journal of Phycology*, 34(5):726-3.
- 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(4):459-71.
- Necchi Júnior, O. (1997). Microhabitat and plant structure of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) populations in four streams of São Paulo State, Southeastern Brazil. *Phycological Research*, 45(1):39-45.
- 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(2):333-44.
- Pereira, J.L. & Branco, L.H.Z. (2010). Macroalgas em nascentes e arredores de riachos na região noroeste do Estado de São Paulo. *Hoehnea*, 37(3):435-44.
- Randhawa, M.S. (1959). Zygnemaceae. In: Randhawa, M.S. (Ed.). *I.C.A.R. monographs on algae*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.
- Sheath, R.G. & Cole, K.M. (1992). Biogeography of stream macroalgae in North America. *Journal of Phycology*, 28(4):448-60.
- Stevenson, R.J. (1997). Scale-dependent determinants and consequences of benthic algal heterogeneity. *Journal of North American Benthological Society*, 16(1):248-62.
- Stevenson, R.J.; Bothwell, M.L. & Lowe, R.L. (Ed.) (1996). *Algal ecology: Freshwater benthic ecosystems* (p.150-81). San Diego: Academic Press.
- Transeau, E.N. (1951). *The Zygnemataceae: Freshalgae conjugate algae*. Columbus: The Ohio State University Press.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis* (4th ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.

Recebido: agosto 30, 2016
Versão final: novembro 25, 2016
Aprovado: dezembro 10, 2016

