

Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 36: Chlorophyceae (Chaetophorales)

Carlos Eduardo de Mattos Bicudo^{1,2} e Denise de Campos Bicudo¹

Recebido: 7.05.2013; aceito: 21.02.2014

ABSTRACT - (Cryptogams of the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algae, 36: Chlorophyceae (Chaetophorales)). Taxonomic survey of the Chaetophorales in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga Biological Reserve, São Paulo State, southeast Brazil. Five genera (*Chaetosphaeridium*, *Coleochaete*, *Gonatoblaste*, *Protoderma* and *Stigeoclonium*), seven species, and one taxonomical variety, not the typical of its respective species were identified. *Coleochaete* with three species and one non-typical variety is the genus with the largest number of taxa in the area, followed by the other three genera with one species each. *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis* D. Bicudo & C. Bicudo is described for the first time for science. *Protoderma viride* is the best distributed taxon occurring in three localities, *Chaetosphaeridium globosum* var. *globosum*, *Coleochaete irregularis* var. *irregularis* and *Coleochaete nitellarum* are present in two localities each, whereas *Gonatoblaste rostrata*, *Stigeoclonium* sp. and *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis* are the least distributed ones, occurring in just one locality each.

Keywords: Brazil, Chaetophorales, *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis* sp. nov., taxonomic survey

RESUMO - (Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 36: Chlorophyceae (Chaetophorales)). Levantamento florístico dos representantes da ordem Chaetophorales na Reserva Biológica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga situada na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Cinco gêneros (*Chaetosphaeridium*, *Coleochaete*, *Gonatoblaste*, *Protoderma* e *Stigeoclonium*), sete espécies e uma variedade taxonômica não típica de sua espécie foram identificados. *Coleochaete* com três espécies e uma variedade não típica foi o gênero representado pelo maior número de táxons na área, seguido pelos demais três com uma espécie cada um. *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis* D. Bicudo & C. Bicudo é descrita pioneiramente para a Ciência. *Protoderma viride* é a espécie mais bem representada do ponto de vista de sua distribuição ocorrendo em três localidades, enquanto *Chaetosphaeridium globosum* var. *globosum*, *Coleochaete irregularis* var. *irregularis* e *Coleochaete nitellarum* foram identificadas em duas localidades cada uma e *Gonatoblaste rostrata*, *Stigeoclonium* sp. e *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis* são as menos bem distribuídas por ocorrerem em uma localidade cada uma.

Palavras-chave: Brasil, Chaetophorales, *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis* sp. nov., levantamento florístico

Introdução

Dois trabalhos (Bicudo 1996, Ferragut *et al.* 2005) noticiaram a presença de representantes de Chaetophorales em ambientes aquáticos situados no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Assim, a partir do estudo de material coletado do Lago das Ninféias, Bicudo (1996) identificou *Gonatoblaste rostrata* Huber, *Stigeoclonium* sp., *Chaetosphaeridium globosum* (Nordstedt) Klebahn var. *globosum* f. *globosum*, *Coleochaete irregularis* Pringsheim var. *irregularis*, *C. nitellarum* Jost e *C. orbicularis*

Pringsheim, e uma variedade que não nomeou (*C. irregularis* Pringsheim var.) por admitir ser nova para a Ciência, porém, na época ainda dependente de maior estudo para a tomada da decisão. As descrições dos materiais estudados são detalhadas e o trabalho inclui medidas de todas as estruturas de importância para a identificação taxonômica dos materiais. Há também farta ilustração do material identificado. Ferragut *et al.* (2005) identificaram *Protoderma viride* Kützting de material coletado no Lago do IAG, outro ambiente localizado no PEFI, e forneceram medidas e ilustração de um dos vários exemplares que estudaram.

1. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ecologia, Caixa Postal 68041, 04045-972 São Paulo, SP, Brasil

2. Autor para correspondência: cbicudo@terra.com.br

Este trabalho apresenta uma síntese do conhecimento sobre as Chaetophorales do PEFI.

Material e métodos

O material das quatro famílias incluídas neste trabalho proveio do perifíton e foi coletado de diferentes substratos naturais, tais como macrófitas aquáticas, pedras, sedimento e ramos de plantas submersos. Os métodos de coleta estão descritos com detalhes em Bicudo (1988).

Gêneros e espécies foram relacionados na ordem alfabética, as últimas dentro de seus respectivos gêneros para a mais pronta localização.

Resultados e Discussão

Quatro gêneros de Chaetophorales foram identificados para o PEFI e sua situação sistemática é a seguinte, conforme Bourrelly (1972):

Classe Chlorophyceae

Ordem Chaetophorales

Família Aphanochaetaceae

Gonatoblaste

Família Chaetophoraceae

Protoderma

Stigeoclonium

Família Chaetosphaeridiaceae

Chaetosphaeridium

Família Coleochaetaceae

Coleochaete

APHANOCHAETACEAE

Estão incluídos nesta família os gêneros de Chaetophorales que possuem pelos unicelulares simples, às vezes com a base bulbosa, porém, sempre desprovidos de bainha mucilagínosa. Trata, sem dúvida, de um grupo extremamente artificial. Conforme Bourrelly (1972), a característica que reúne os constituintes da família é, por um lado, de observação extremamente fácil ao microscópio, mas, por outro lado, agrupa gêneros cuja reprodução sexuada pode ser isógama ou anisógama ao lado de outros, em que tal reprodução é oógama. Estudos moleculares deverão ser providenciados para definir a composição genérica desta família.

Gonatoblaste Huber

Os filamentos de *Gonatoblaste* são unisseriados, pouco ramificados e crescem prostrados sobre a face dorsal (voltada para dentro d'água) de folhas flutuantes

de fanerógamas aquáticas ou sobre os filamentos de outras algas como, por exemplo, de *Zygnema*. As plantas de *Gonatoblaste* estão sempre envoltas por mucilagem produzida pela gelatinização da parede das células do hospedeiro. As células são mais ou menos globosas, em geral alongadas e têm um cloroplastídio que reveste internamente toda a parede celular e possui um, dois ou até vários pirenoídeos. Algumas células do filamento possuem um pelo hialino e longo que aparece, com frequência, decumbente sobre o próprio filamento da alga. O septo que separa a célula do pelo aparece tardiamente na ontogênese de *Gonatoblaste*.

Gonatoblaste é um gênero monoespecífico que só raramente aparece identificado em trabalhos florísticos. Alguns autores não o consideram um gênero independente, mas juntam sua única espécie (*G. rostrata*) às de *Aphanochaete*. Neste caso, a diferença entre os dois gêneros reside na presença ou ausência de mucilagem e na morfologia da base dos pelos. Assim, os espécimes de *Gonatoblaste* têm mucilagem envolvendo o talo e os pelos não possuem qualquer inflação basal; e os de *Aphanochaete* não têm mucilagem envolvendo o talo e os pelos possuem base bulbosa. Particularmente, preferimos manter o gênero *Gonatoblaste* separado de *Aphanochaete* até que mais estudos provem o contrário.

G. rostrata Huber, Annales des Sciences Naturelles: Botanique, série 7, 16: 311, pl. 9, fig. 8-16. 1892 (1893).

Figura 1

Filamentos prostrados, unisseriados, pouco ramificados, envoltos por mucilagem; células elípticas a sub-retangulares, 8-20 µm compr., 9,6-11 µm larg., ca. 8,1 µm alt.; cloroplastídio 1, parietal, revestindo a maior parte da célula, pirenoide 1; pelo único, em algumas células, hialino, longo, ereto, não bulboso na base.

Hábitat: epífita.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago das Ninféias (SP176807; Bicudo 1996).

Esta espécie foi encontrada uma única vez, em janeiro de 1982, vivendo sobre as folhas de *Salvinia herzogii* de la Sota modificadas em pelos.

CHAETOPHORACEAE

Trata também de uma família artificial, que agrupa 55 gêneros e ao redor de 150 espécies (Bourrelly 1972). A maioria dos gêneros nela classificados é

constituída por formas filamentosas ramificadas, cujas células são uninucleadas, os plastídios possuem um ou mais pirenoides e os zoósporos, sejam micro ou macrozoósporos, possuem dois ou quatro flagelos iguais entre si. Em alguns gêneros, as células estão reunidas para formar pacotes cúbicos ou sarcinoides que lembram os representantes de Chlorosarcinaceae. A diferença está em que os espécimes classificados

nesta família podem formar, em cultivo, filamentos curtos e ramificados típicos dos constituintes das Chaetophoraceae. Em vários casos, os ramos atenuam no sentido da extremidade assumindo a aparência de pelos pluricelulares, jamais unicelulares. A reprodução assexuada é comum nos representantes desta família e ocorre por aplanósporos e acinetos. A reprodução sexuada é dos tipos iso e anisogamia.

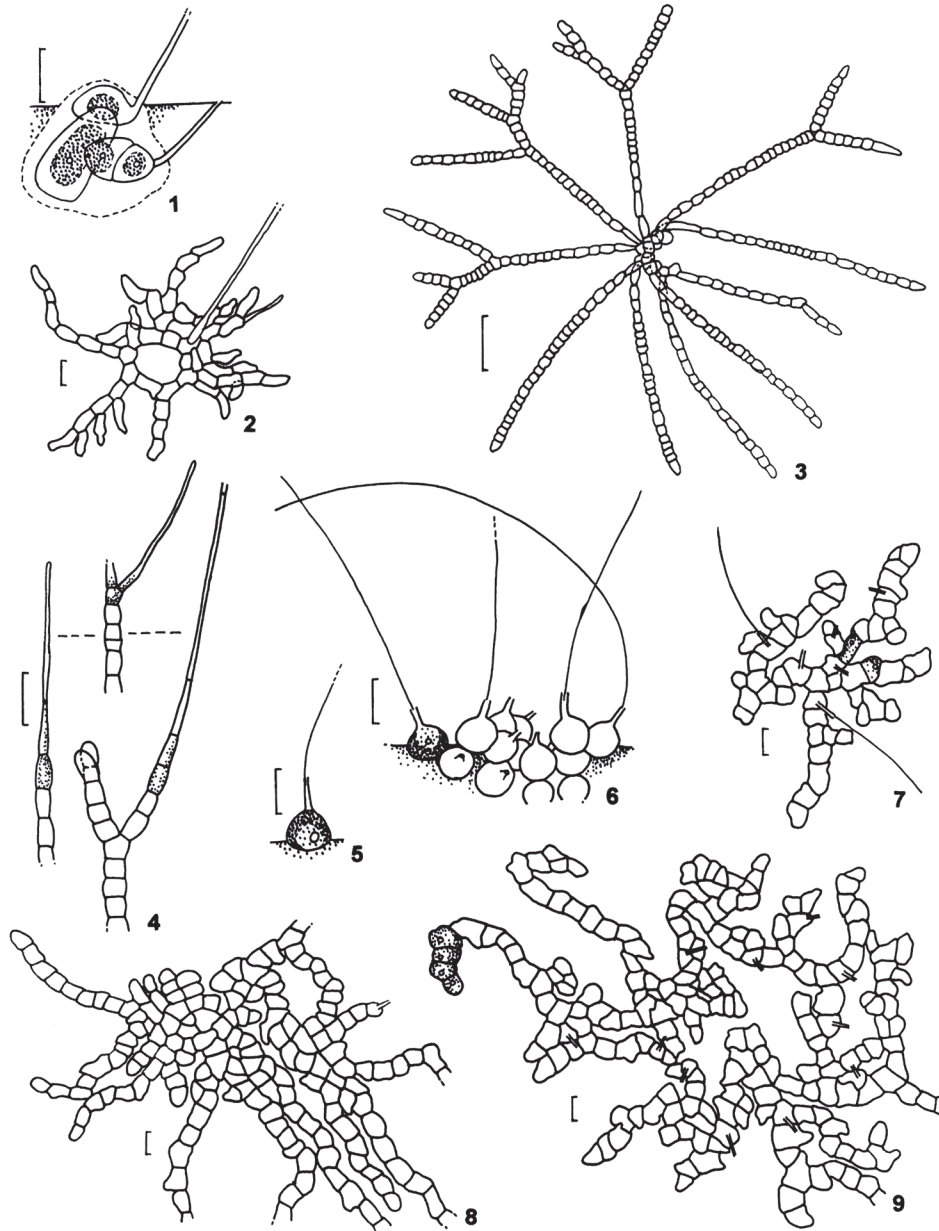


Figura 1-9. 1. *Gonatoblaste rostrata* (de Bicudo 1996). Figuras 2-4. *Stigeoclonium* sp. (de Bicudo 1996); 4. Detalhe de ápices com pelos multicelulares. Figuras 5-6. *Chaetosphaeridium globosum* var. *globosum* (de Bicudo 1996). Figuras 7-9. *Coleochaete nitellarum* (de Bicudo 1996). Escalas = 10 µm, exceto quando marcado.

Figure 1-9. 1. *Gonatoblaste rostrata* (from Bicudo 1996). Figures 2-4. *Stigeoclonium* sp. (from Bicudo 1996); 4. Detail of the apice of a multicellular hair. Figures 5-6. *Chaetosphaeridium globosum* var. *globosum* (from Bicudo 1996). Figures 7-9. *Coleochaete nitellarum* (from Bicudo 1996). Scale = 10 µm, except when marked.

Dois gêneros foram identificados habitando os reservatórios do PEFI, os quais podem ser separados como segue:

1. Planta inteiramente prostrada *Protoderma*
 1. Planta com parte prostrada e parte ereta
 *Stigeoclonium*

Protoderma Kützing

Plantas epífitas formadas por filamentos unisseriados e coalescidos lateralmente constituindo um pseudoparênquima discoide, monoestromático, porém, cujos ápices dos filamentos são livres. A porção central do disco é composta por células poligonais, das quais partem, radialmente, os filamentos decumbentes, livres, ramificados, constituídos por células mais ou menos cilíndricas. Esta porção pode ser mais ou menos desenvolvida e, no segundo caso, o talo se apresenta como filamentos irregularmente distribuídos, mais ou menos radiais, entretanto, não coalescidos para formar um disco. As células possuem um cloroplastídeo laminar, de situação parietal, que preenche quase totalmente a célula, exceto as da extremidade do filamento. Pirenoide pode ou não ocorrer.

Quando a porção central do disco se apresenta ausente, é difícil separar os espécimes de *Protoderma* dos de *Epibolium*. O tipo de plastídeo identifica os representantes dos dois gêneros, pois o de *Epibolium* é laminar, parietal, mas não circunda completamente a célula.

P. viride Kützing, Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systematique der Tange... 295. 1843.

Figura 31

Talo mais ou menos discoide, filamentos unisseriados, simples, irregularmente radiais de um centro comum, porção central do talo ausente, às vezes envoltos em mucilagem, células aproximadamente cilíndricas, ápice dos filamentos mais ou menos acentuadamente cônico, 6-9 µm compr., 3-3,5 µm larg.

Hábitat: epífita.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago do IAG (Ferragut *et al.* 2005); Lago das Garças (Vercellino 2001); hidrofítotério (material não preservado).

Vercellino (2001) identificou a presença de representantes desta espécie sobre lâminas de vidro colocadas para um experimento no Lago das Garças, mas não ilustrou o material que examinou. O único exemplar ilustrado em Ferragut *et al.* (2005: fig. 37)

não mostra o talo discoide típico dos representantes deste gênero.

Stigeoclonium Kützing

As plantas de *Stigeoclonium* são heterótricas, isto é, possuem uma parte prostrada da qual originam os ramos eretos. A parte prostrada pode ser mais ou menos desenvolvida e é constituída por filamentos principais irregularmente ramificados, dos quais saem ramos secundários curtos. Tanto os filamentos principais quanto os secundários são unisseriados e formados, quando jovens, por células cilíndricas, subcilíndricas ou quase poligonais, levemente constrictas na altura dos septos transversais; quando os filamentos tornam-se adultos, as células são globosas. De modo geral, não há diferença substancial de tamanho entre as células que constituem os filamentos principais e os secundários. Em alguns casos, a porção terminal dos filamentos eretos afila de maneira gradual para formar um pelo multicelular hialino, que pode ser até bastante longo. Não existem rizoides. O cloroplastídeo é único por célula, tem posição parietal e forma de lâmina. Cada plastídeo possui apenas um pirenoide.

Há duas formas de separar as espécies deste gênero. A primeira consta em Islam (1963) que considera a forma e a orientação da parte ereta do talo as características mais importantes para separar as espécies do gênero, apesar de serem bastante variáveis diante de fatores ambientais como nutrientes, luz e temperatura. Igual peso taxonômico na separação de gêneros foi dado por Islam (1963) ao tipo de ápice dos filamentos eretos, embora a formação do pelo também esteja sujeita à influência do ambiente como, por exemplo, a concentração de nutrientes na água. A segunda forma de separar as espécies está em Cox & Bold (1966) que concluíram que os atributos morfológicos do sistema de ramos prostrados são notadamente mais estáveis do que os do sistema de ramos eretos constituindo, por isso, uma base mais sólida para delimitação das espécies do gênero. Os referidos autores afirmaram, ainda, que sua posição se antepõe à de Islam (1963) que considerou a morfologia do sistema prostrado muito dependente de fatores ambientais e, provavelmente, mais do que tudo do tipo de substrato.

Stigeoclonium sp.

Figuras 2-4

Sistema de ramos prostrados desde pouco até moderadamente desenvolvido, filamentos principais

irregularmente ramificados, ramos secundários curtos, talo jovem com células cilíndricas, subcilíndricas a subpoligonais, levemente constrictas na região dos septos transversais, 8,1-15 µm compr., 5,7-12,4 µm larg., talo adulto com células mais ou menos globosas, 10,6-11,7 µm compr., 10,2-11,8 µm larg., pelos raramente presentes, multicelulares, hialinos, às vezes com base intumescida, rizoides ausentes; sistema de ramos eretos irradiando da porção prostrada, 1-3 vezes ramificado dicotomicamente, ápice dos ramos obtuso, acuminado ou afilado em pelo; pelo multicelular, longo, hialino, células cilíndricas a subcilíndricas, levemente constrictas na altura dos septos, 8,2-15,2 µm compr., 5,7-8,5 µm larg.; cloroplastídio 1, parietal, laminar, pirenoide 1.

Hábitat: epífita.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago das Ninfeias (SP176932, SP176972; sobre *Hydrocleis nymphoides* (Wildeman) Buchenau; SP176964 sobre *Vallisneria spiralis* Linnaeus; SP176972 sobre *Utricularia obtusa* Swartz; Bicudo 1996).

Usando o sistema em Islam (1963), o material em questão aproxima-se de *Stigeoclonium longipilum* Kützing emend. Islam. Difere, entretanto e principalmente, pela ausência de pelos na maioria dos ramos eretos e pela falta de rizoides e matriz mucilagínosa no talo jovem. Utilizado o sistema de Cox & Bold (1966), nada existe que possa ser comparado com o atual material do Lago das Ninfeias.

Apesar de haver examinado um número bastante grande de indivíduos deste tipo, não ficamos convencidos da possibilidade de se tratar de uma espécie nova ou de uma nova variedade dentro de *S. longipilum*. A existência de dois sistemas de classificação tão discrepantes entre si e a ausência atual de trabalhos que reforcem qualquer um dos dois foram as razões determinantes para este posicionamento.

Os exemplares estudados foram encontrados sobre *Hydrocleis nymphoides* (Wildeman) Buchenau, *Utricularia obtusa* Swartz e *Vallisneria spiralis* Linnaeus.

CHAETOSPHAERIDIACEAE

Tal qual no caso da família Aphanochaetaceae, a Chaetosphaeridiaceae está fundamentada na estrutura dos pelos, que nesta última são simples, hialinos, extremamente delgados e têm a base revestida por uma bainha simples ou dupla. Pelos similares são encontrados em *Coleochaete*, gênero classificado na

família Coleochaetaceae. A diferença está em que os representantes das Chaetosphaeridiaceae possuem o talo constituído por um pequeno número de células e jamais apresentam sexualidade. A reprodução nos representantes das Chaetosphaeridiaceae ocorre por divisão vegetativa dos indivíduos ou por zoosporulação, sendo que os zoosporângios são formados na extremidade de filamentos e produzem um ou dois zoósporos.

Chaetosphaeridium Klebahn

O gênero *Chaetosphaeridium* é formado por plantas epífitas unicelulares que podem se apresentar isoladas ou, mais comum, reunidas em agregados densos graças à presença de um envoltório mucilagínoso comum ou de projeções tubulares de mucilagem que unem os indivíduos entre si. A célula pode ser esférica ou ter a forma de um frasco (ampuliforme) e possui um pelo simples, bastante longo e delicado inserido na parte inferior da célula, ou seja, na parte da célula em contato com o substrato e cuja base é envolvida por uma bainha mais ou menos cilíndrica de mucilagem. Cada célula possui em geral um raro dois cloroplastídios laminares parietais e um único pirenoide que ocupa posição mais ou menos central no plastídio.

C. globosum (Nordstedt) Klebahn var. *globosum* f. *globosum*, Jahrboek der Wissenschaftliche Botanisches 25: 303. 1893 ≡ *Herpoteiron globosa* Nordstedt, De algis aquae dulcis et characeis ex insulis Sandvicensibus av. Berggren 1875 reportatis. 23, pl. 2, fig. 22-23. 1878.

Figuras 5-6

Talo jovem isolado, adulto gregário; célula globosa, 8,9-13,5 µm diâm., prolongada anteriormente em colo estreito, aproximadamente tão longo quanto o diâmetro da célula, 6,3-10 µm compr., ca. 1 µm larg., colo circundando pelo extremamente delicado, 70-120 µm compr., cloroplastídio 1, parietal, pirenoide 1; envoltório de mucilagem indistinto.

Hábitat: epífita.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago das Ninfeias (SP176636, SP176586; sobre *Mayaca fluviatilis* Aublet; SP176591, SP176600, SP176782, SP176840, SP176946, SP176965; sobre *Salvinia herzogii* de la Sota; SP176972 sobre *Vallisneria spiralis* Linnaeus; Bicudo 1996); hidrofítotério (material não preservado).

Chaetosphaeridium globosum difere de *C. pringsheimii* Klebahn por apresentar células não interligadas por tubos basais conectivos. A forma taxonômica típica da espécie difere das f. *incrassata* Klebahn e f. *depressa* G.S. West da mesma espécie, respectivamente, pela parede celular mais delgada e pelas células aproximadamente esféricas, jamais achatadas contra o substrato.

COLEOCHAETACEAE

A família é monogenérica e definida pelas três características seguintes: 1) existência de pelos hialinos simples, cuja base é revestida por bainha mucilagínosa; 2) talo bem desenvolvido, em que os filamentos ramificados simples coalescem lateralmente para formar um disco monoestromático (constituído por uma única camada de células); e 3) reprodução oogâmica. Aliás, a oogamia é de um tipo bastante particular. Há espécies monoicas e dioicas. O gameta feminino (oosfera) desenvolve-se no interior de um gametângio globoso (oogônio) fixo ao talo por uma célula pedicelar. As células dos ramos vizinhos do oogônio crescem sobre ele constituindo uma espécie de córtex. Cada gametângio masculino (anterídio) produz só um gameta (anterozóide). A fecundação é interna no oogônio e ocorre através de um canal no tricógino.

Quanto ao hábito, exceto uma espécie endofítica (*C. nitellarum*), as demais são epífitas sobre macrófitas aquáticas.

Coleochaete Brébisson

Plantas filamentosas de hábito em geral epífita, raro endófito (*C. nitellarum*), cujos filamentos são unisseriados e prostrados ou uma parte é prostrada e a outra ereta. A parte prostrada pode ser constituída por filamentos livres ou coalescidos lateralmente para formar uma estrutura discoide, que tem uma célula de espessura (monostromático) e aspecto de pseudoparênquima. Os filamentos tanto da parte prostrada quanto da ereta são ramificados de maneira dicotômica ou irregular. Cada célula tem um cloroplastídeo parietal laminar e um ou dois pirenoides grandes. Várias células possuem uma seta bastante longa, cuja base é circundada por uma bainha de mucilagem bastante densa e de aspecto cilíndrico.

Delwiche *et al.* (2002) estudaram a situação do gênero *Coleochaete* na evolução das algas verdes e das embriófitas (plantas terrestres) e comentaram, de sobejo, o aparente conflito entre os resultados obtidos

utilizando dados moleculares e dados morfológicos na situação filogenética do gênero e concluíram que esse conflito é amplamente devido à pobre resolução empregada nos estudos morfológicos, resultante de conjuntos de dados com pequeno número de características e falta de dados mais substanciais. Caisová *et al.* (2011) afirmaram, mais especificamente, que várias características morfológicas usadas até então na descrição de gêneros e espécies de Chaetophorales foram insuficientes para definir as relações taxonômicas e evolutivas na ordem. Ponderaram, afinal, que análises moleculares mais detalhadas deverão ser providenciadas a partir de uma série mais rica em táxons combinada com uma reavaliação criteriosa das características morfológicas, as quais poderão trazer luz à questão.

Chave para as espécies e variedades taxonômicas de *Coleochaete*

1. Talo maciço, discoide a irregularmente lobado
..... *C. orbicularis*
1. Talo não maciço, irregularmente ramificado
(às vezes, filamentos unidos na porção central do talo)
 2. Talo endofítico em *Nitella* *C. nitellarum*
 2. Talo epifítico sobre outros hospedeiros
 3. Seta inserida na face dorsal da célula;
colarinho reto *C. irregularis* var. *irregularis*
 3. Seta inserida na face ventral da célula;
colarinho curvo, isto é, primeiro paralelo,
depois repentinamente perpendicular ou
inclinado ao substrato
..... *C. irregularis* var. *curvicollis*

C. irregularis Pringsheim var. *irregularis*, Jahrbuch der Wissenschaftliche Botanisches 2: 35, pl. 1, fig. 6, pl. 6, fig. 3-9. 1860.

Figuras 17-25

Talo monoico, prostrado, filamentoso, irregularmente ramificado; ramos unidos lateralmente em maior ou menor extensão na porção central, depois livres; células sub-retangulares a irregularmente poligonais, 10,7-25 × 9,3-18,7 µm; cloroplastídeo 1, parietal, laminar, pirenoide 1; seta única, em algumas células, inserção dorsal; colarinho da seta reto, cilíndrico. Zoósporos ovoides a quase elípticos, 2-4 por célula, 2-flagelados, flagelos apicais, anteriores, iguais entre si, medidas não obtidas. Anterídios isolados ou aos pares, formando projeções digitiformes; anterozóides ovoides a quase elipsoides,

15-19 × 9-13,7 µm, 2-flagelados, flagelos apicais, anteriores, iguais entre si. Oósporos esféricos ou quase, castanhos, 20-33 µm diâm., espermocarpo 29,8-80 × 29,8-80 µm.

Hábitat: epífita.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago das Ninféias (SP176584, SP176600, SP176635, SP176647, SP176802, SP176808, SP176821, SP176830, SP176839, SP176858, SP176870, SP176908, SP176916, SP176920, SP176924, SP176932, SP176940, SP176948, SP176955, SP176964, SP176972, SP176980, SP176988; sobre *Hydrocleis nymphoides* (Wildeman) Buchenau; SP176590, SP176591, SP176600, SP176780, SP176828, SP176840, SP176842, SP176858, SP176857, SP176920; sobre *Vallisneria spiralis* Linnaeus; SP176646, SP176648, SP176780; sobre *Salvinia herzogii* de la Sota; SP176635, SP176648, SP176809; sobre *Mayaca fluviatilis* Aublet; SP176840, SP176923; sobre *Nymphaea* sp.; Bicudo 1996); hidrofitotério (material não preservado).

Quanto à morfologia, *C. irregularis* lembra bastante *C. nitellarum* Jost. A diferença entre ambas reside no colarinho da seta sempre aberto na extremidade nos representantes de *C. nitellarum* e nem sempre nos de *C. irregularis* (Jost 1895). Além disso, *C. irregularis* é uma epífita generalizada, isto é, jamais mostrou especificidade por hospedeiro, enquanto que *C. nitellarum* é endófito e habita sempre carófitas (*Nitella*, *Chara* e *Tolypella*).

Confirmando observações em Bicudo (1996), os presentes espécimes de *C. irregularis* foram encontrados sobre *Hydrocleis nymphoides* (Wildeman) Buchenau, *Mayaca fluviatilis* Aublet, *Nymphaea* spp. (flores amarelas e cor-de-rosa), *Salvinia herzogii* de la Sota e *Vallisneria spiralis* Linnaeus, enquanto os de *C. nitellarum* apenas em *Nitella cernua* (A. Braun) R.D. Wood. Além disso, o talo variou desde pouco ramificado, com os ramos independentes, até bastante ramificado, mas, com os ramos lateralmente coalescidos nas duas espécies. Finalmente, também foi detectada considerável sobreposição nas medidas das células vegetativas das duas espécies.

Bicudo (1996) afirmou que *C. irregularis* var. *irregularis* e *C. nitellarum* são espécies morfologicamente muito parecidas uma com a outra tanto em seus aspectos vegetativos quanto nos reprodutivos. A única diferença realmente palpável entre ambas está em que *C. irregularis* é uma

epífita generalizada, porém, jamais sobre carófitas e *C. nitellarum* é endófito específica de *Nitella*, *Chara* e *Tolypella* (Gauthier-Lièvre 1956). Todas estas observações provieram, até agora, de material da natureza, jamais de cultivo. A semeadura de zoósporos de uma e outra espécie em meio líquido contendo vários hospedeiros é uma forma de resolver esta pendência.

C. irregularis Pringsheim var. ***curvicollis*** D. Bicudo & C. Bicudo, var. nov.

Figuras 26-27.

A varietate typica speciei seta lateraliter inserta, collo setae curvato, primo parallelo postea abrupte perpendiculari ad inclinatum substratum versus, parte inferiori paulo distincta, muco abundantanti vestita differt.

Holotypus: Brasilia, Provincia Sancti Pauli, Municipium Sancti Pauli, Sancti Pauli, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, Hortus Botanicus, lacus Nympharum, super folia *Vallisneria spiralis* L., lectus D.C. Bicudo s.n., 27.II.1981 (SP176801).

Talo monoico, prostrado, filamentoso, irregularmente ramificado; ramos unidos lateralmente em uma extensão maior ou menor na porção central, depois livres, com as células sub-retangulares a irregularmente poligonais, 10,1-19,5 × 7,8-14,6 µm; cloroplastídio único, parietal, laminar, pirenoide também único; seta em algumas células, única, inserção lateral.

Coleochaete irregularis Pringsheim var. *curvicollis* D. Bicudo & C. Bicudo, var. nov. difere da variedade-tipo da espécie por apresentar as setas lateralmente inseridas, o colarinho da seta curvo, primeiro paralelo e depois abruptamente perpendicular a inclinado sobre o substrato, sendo a porção inferior pouco distinta e revestida por muco relativamente abundante.

Hábitat: epífita.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago das Ninféias (SP176801, SP176859, SP176916, SP176925, SP176938, SP176939, SP176956, SP176957, SP176972, SP176979, SP176981, SP176986, SP176988, SP176989; sobre *Vallisneria spiralis* Linnaeus; SP176906, SP176907, SP176915, SP176931, SP176939, SP176946, SP176955, SP176963, SP176971, SP176979, SP176987; sobre *Nymphaea* sp.; SP176916, SP176917, SP176932; sobre *Nymphaea elegans* Hooker; SP176909,

SP176957; sobre *Mayaca fluviatilis* Aublet; SP176932 sobre *Hydrocleis nymphoides* (Wildeman) Buchenau; SP176946 sobre *Utricularia obtusa* Swartz; Bicudo 1996).

Coleochaete irregularis Pringsheim var. *curvicollis* D. Bicudo & C. Bicudo foi coletada apenas no Lago das Ninféias. Várias populações foram examinadas, sendo todas bastante uniformes. Em cada uma, o talo apresentou-se desde pouco até bastante ramificado e, quando mais desenvolvido, os filamentos apareceram unidos lateralmente em maior ou menor extensão. A forma das células variou desde sub-retangular até irregularmente poligonal.

As características morfológicas acima relacionadas, inclusive medidas, coincidem, plenamente, com as da variedade-tipo da espécie. A única diferença entre ambas está no tipo de seta, que nos representantes da var. *irregularis* tem inserção dorsal e colarinho basal reto e nos representantes da var. *curvicollis* tem inserção lateral e colarinho basal curvo e parcialmente revestido por mucilagem. Note-se, entretanto, que inserção lateral da seta já havia sido documentada, embora uma única vez, por Pringsheim (1860) em material da variedade típica da espécie.

O conceito de espécie e de categorias infraespecíficas de *Coleochaete* permanece eminentemente morfológico. As características usualmente utilizadas para separação de espécies de *Coleochaete* são: 1) tipo de hábito do talo e 2) dimensões celulares. Consideramos o local de inserção da seta no talo e o tipo de colarinho basal características de menor importância se comparadas com as duas antes citadas, contudo, diagnósticas para o nível variedade.

C. nitellarum Jost, Berichte der Deutschen Botanisches Gesellschaft 13: 433. 1895.

Figuras 7-16

Talo monoico, prostrado, filamentosos, irregularmente ramificado; ramos unidos lateralmente em maior ou menor extensão na porção central, depois livres; células sub-retangulares a irregularmente poligonais, 10,7-33 × 7-26 µm; cloroplastídeo 1, parietal, laminar, pirenoide 1; seta única, em algumas células, inserção dorsal; colarinho da seta reto, cilíndrico. Anterídios isolados ou aos pares, formando projeções digitiformes. Oósporos esféricos a levemente elipsoidais, castanhos, 25-43,8 × 20-40 µm, espermiocarpo esférico, 40-80 µm diâm.

Hábitat: endófito.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago das Ninféias (SP176585, SP176591, SP176600, SP176646, SP176657, SP176780, SP176801, SP176807, SP176816, SP176828, SP176840, SP176857, SP176869, SP176907, SP176915, SP176923, SP176963, SP176971, SP176979, SP176987; em *Nitella cernua* (A. Braun) R.D. Wood; Bicudo 1996); hidrofitotério (material não preservado).

Como foi amplamente discutido, *C. nitellarum* é morfológicamente muito parecida com *C. irregularis* var. *irregularis*, sendo a separação das duas espécies motivo de bastante controvérsia na literatura (Bicudo 1996). O endereço eletrônico da base de dados *AlgaeBase* (Guiry & Guiry 2014) trata *C. nitellarum* em nível varietal: *C. irregularis* Pringsheim var. *nitellarum* (Jost) Teodoresco [Beihefte zum Botanischen Centralblatt 21(2): 148. 1907]. De fato, a única diferença entre as duas espécies é o hábito epifítico de *C. irregularis* var. *irregularis* ou endofítico de *C. nitellarum*, além da aparente especificidade dos últimos quanto ao hospedeiro, que pode ser *Nitella*, *Chara*, *Tolypella* e algumas algas calcáreas. Estas diferenças provêm unicamente de observação de material da natureza. Sua consistência carece de experimentação, como foi afirmado nos comentários de *C. irregularis*.

C. orbicularis Pringsheim, Jahrbuch der Wissenschaftliche Botanisches 2: 35, pl. 1, fig. 5, pl. 3, fig. 6-7. 1860.

Figuras 28-30

Talo dioico, prostrado, discóide, reniforme a irregularmente lobado; células em geral sub-retangulares, ordenadas em séries radiais ou quase, unidas lateralmente, células centrais 8,8-20 × 6,5-14,1 µm, células marginais 9,8-30 × 7,7-20,8 µm; cloroplastídeo 1, parietal, laminar, pirenoide 1; seta única, em algumas células.

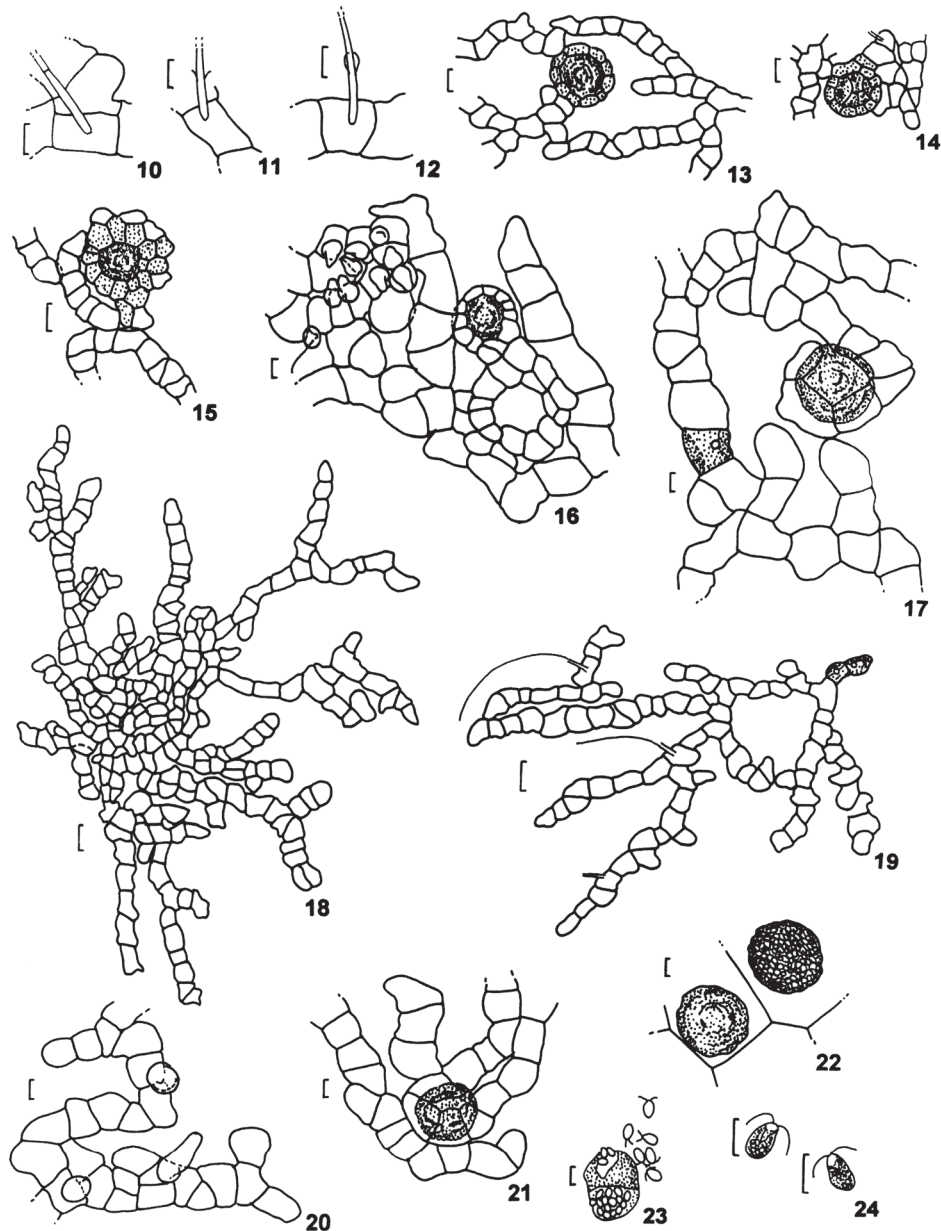
Hábitat: epífita.

Material examinado: BRASIL, SÃO PAULO, Lago das Ninféias (SP176586, SP176648; sobre *Mayaca fluviatilis* Aublet; SP176591, SP176801, SP176828, SP176840, SP176842, SP176933, SP176941, SP176964, SP176972, SP176979; sobre *Vallisneria spiralis* Linnaeus; SP176592, SP176635, SP176647, SP176920, SP176932, SP176964; sobre *Hydrocleis nymphoides* (Wildeman) Buchenau; SP176600, SP176816, SP176869, SP176923, SP176931, SP176946, SP176947, SP176955, SP176963, SP176971, SP176979, SP176987; sobre *Nymphaea* sp.;

SP176636, SP176809, SP176908; sobre *Salvinia herzogii* de la Sota; SP176592, SP176916, SP176932, SP176964; sobre *Nymphaea elegans* Hooker; Bicudo 1996).

É razoavelmente difícil separar *C. orbicularis* de *C. scutata* Brébisson. Pringsheim (1860) distinguiu-as, ao descrever originalmente *C. orbicularis*, pelas

dimensões celulares pouco menores e pela corticação do espermocarpio em *C. orbicularis*, que é distinta somente por possuir a face superior algumas vezes nua, em contraste com o de *C. scutata* em que tal face é sempre corticada. A observação desta última diferença depende, entretanto, do tempo de maturação do espermocarpio (Bicudo 1996).



Figuras 10-16. *Coleochaete nitellarum* (de Bicudo 1996); 10-12. Detalhes do colarinho da seta; 13-15. Espermocarpis; 16. Talo monóico com e spermocarpio e anterídios. Figuras 17-24. *Coleochaete irregularis* var. *irregularis* (de Bicudo 1996); 17, 21. Espermocarpis; 22. Oósporos; 23. Liberação de zoósporos a partir do oósporo; 24. Anterozóides. Escalas = 10 µm, exceto quando marcado.

Figures 10-16. *Coleochaete nitellarum* (from Bicudo 1996); 10-12. Detail of the seta collar; 13-15. Spermatocarps; 16. Thallus monoecious with spermatocarp and antheridia. Figures 17-24. *Coleochaete irregularis* var. *irregularis* (from Bicudo 1996); 17, 21. Spermatocarps; 22. Oospores; 23. Liberation of zoospores from oospore; 24. antherozoids. Scale = 10 µm, except when marked.

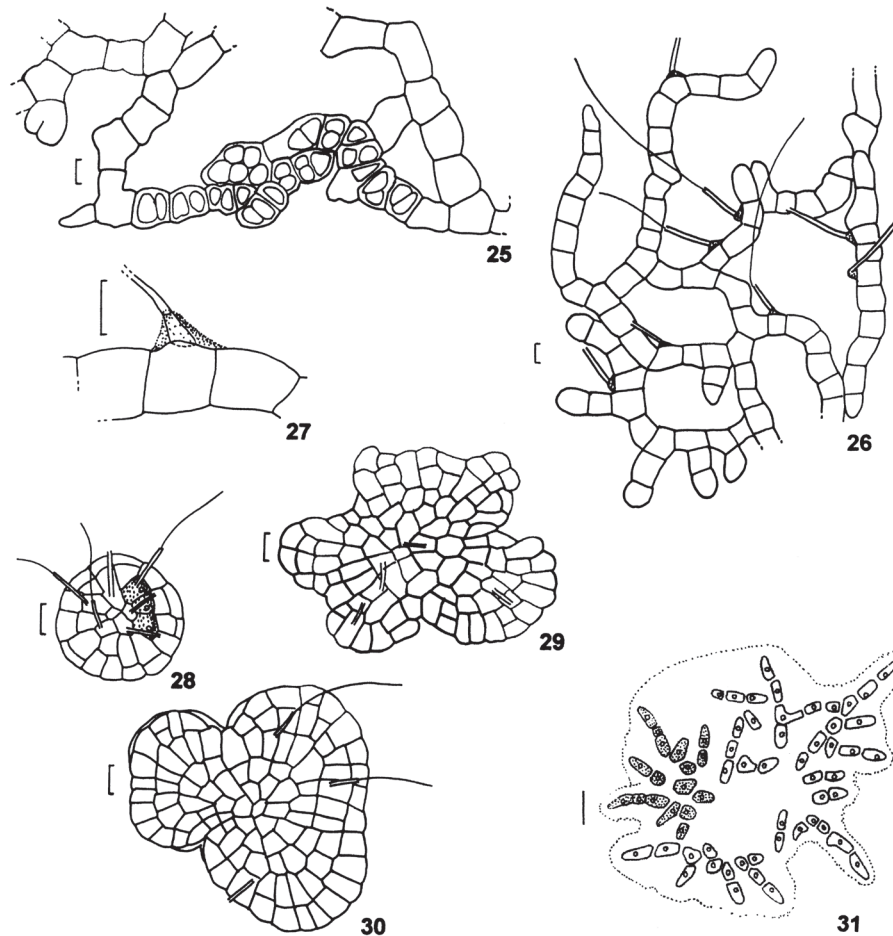


Figura 25-31. 25. *Coleochaete irregularis* var. *irregularis*, formação de zoósporos em células vegetativas (de Bicudo 1996). Figuras 26-27. *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis*, var. nov. (de Bicudo 1996); 27. Detalhe da bainha da seta. Figuras 28-30. *Coleochaete orbicularis* (de Bicudo 1996). *Protoderma viride* (de Ferragut *et al.* 2005). Escalas = 10 µm, exceto quando marcado.

Figure 25-31. 25. *Coleochaete irregularis* var. *irregularis*, zoospore formation in vegetative cells (from Bicudo 1996). Figures 26-27. *Coleochaete irregularis* var. *curvicollis*, var. nov. (from Bicudo 1996); 27. Detail of the seta sheath. Figures 28-30. *Coleochaete orbicularis* (from Bicudo 1996). Figure 31. *Protoderma viride* (from Ferragut *et al.* 2005). Scale = 10 µm, except when marked.

Posteriormente, Gauthier-Lièvre (1956) e Printz (1964) utilizaram a largura das células e o contorno dos talos como características diagnósticas na chave que prepararam para a identificação taxonômica das duas espécies (Bicudo 1996). Gauthier-Lièvre (1956) e Printz (1964) consideraram que o talo é perfeitamente circular em *C. orbicularis* e irregularmente contornado em *C. scutata*. O exame das ilustrações originais das duas espécies permitiu ver, claramente, segundo Bicudo (1996), que o contorno do talo é muito variável em ambas, não devendo, portanto, ser utilizado como característica diagnóstica. Assim sendo, a única forma de separar as referidas espécies é pelas dimensões das células (tabela 1).

A tabela 1 mostra o nítido recobrimento métrico das três características consideradas. Para Collins (1909), caso fosse conhecido o anterídio de *C. orbicularis*, as

duas espécies poderiam ser consideradas idênticas entre si ou, então, a primeira ser uma variedade taxonômica da segunda dada sua grande semelhança. Gauthier-Lièvre (1956) encontrou representantes férteis de ambas as espécies em Marrocos e considerou fácil a separação dos indivíduos extremos do contínuo de variação de uma e outra, porém, isto não foi verdade no caso dos indivíduos intermediários, que foram de identificação até extremamente difícil. Apesar de toda essa informação, Gauthier-Lièvre (1956) não se sentiu suficientemente embasada para considerá-las coespecíficas e, do ponto de vista nomenclatural, sinônimos.

Os atuais exemplares do Lago das Ninféias foram identificados com os de *C. orbicularis* por apresentarem as medidas celulares mais dentro dos limites métricos desta espécie.

Tabela 1. Análise comparativa das medidas da célula vegetativa e do zigósporo de *Coleochaete scutata* e *C. orbicularis*.Table 1. Comparative analysis of the vegetative cell and the zygospore measurements of *Coleochaete scutata* and *C. orbicularis*.

| Medida | | <i>C. scutata</i> | <i>C. orbicularis</i> |
|----------------------|-------------|-------------------|-----------------------|
| Célula vegetativa | Comprimento | (7,6-)15-65 µm | 12-30 µm |
| | Largura | 15,2-46 µm | 8-30 µm |
| Zigósporo sem córtex | Comprimento | 65-80 µm | 40-85 µm |
| | Largura | 60-70 µm | 40-80 µm |
| Zigósporo com córtex | Comprimento | 70-160 µm | ca. 75 µm |
| | Largura | 70-120 µm | ca. 100 µm |

Considerações finais

Os especialistas em taxonomia de algas de águas continentais têm se dedicado muito mais ao estudo do material do plâncton do que do perifíton. Só muito recentemente é que sua atenção foi voltada para esta última comunidade. Tal comportamento não apenas tem influenciado na riqueza de espécies dos ambientes estudados, como também no conhecimento de certos grupos que são próprios do perifíton. Tal é o caso, por exemplo, dos representantes das Chaetophorales, uma ordem constituída por espécimes eminentemente fixos a substratos.

No caso específico do PEFI, a Tese de Doutorado da segunda Autora (DCB) defendida em 1984 é o único trabalho estruturado para conhecer a florística das algas do perifíton sobre substrato natural, ou seja, sobre várias espécies de macrófitas aquáticas no Lago das Ninféias, inclusive sobre algumas algas desse ambiente. O trabalho intitulado “Algas epífitas (exceto diatomáceas) do Lago das Ninféias, São Paulo: levantamento e aspectos ecológicos” foi,

posteriormente, publicado em quatro partes: Bicudo (1988, 1989, 1990, 1996).

A distribuição geográfica bastante restrita dos atuais materiais, ora só no Lago das Ninféias, ora só no Lago das Garças, ora só no hidrofítotério é consequência do número ainda pequeno de estudos realizados até hoje com perifíton em substrato natural nos ambientes do PEFI. É interessante notar, também, que os estudos que foram feitos usando substrato artificial (lâmina de microscopia e fio de náilon), mesmo os desenvolvidos nos demais reservatórios do PEFI e, mais do que tudo, no Lago das Ninféias, só uma vez relataram a ocorrência de espécimes de Chaetophoraceae. Destaque-se, neste sentido, o trabalho de Vercellino (2001), que documentou a presença de *Protoderma viride* sobre lâminas de vidro no Lago das Garças.

Exceto *Coleochaete nitellarum* que só ocorreu endófito em *Nitella cernua* (A. Braun) R.D. Wood, todas as demais espécies foram coletadas epifitando hospedeiros variados.

Chave para identificação dos gêneros, espécies e variedades taxonômicas da ordem Chaetophorales do PEFI

1. Planta inteiramente prostrada (*Protoderma*) *P. viride*
1. Planta com parte prostrada e parte ereta (*Stigeoclonium*)
2. Pelos divididos em células (*Stigeoclonium*) *Stigeoclonium* sp.
2. Pelos não divididos em células
3. Indivíduo unicelular (*Chaetosphaeridium*) *C. globosum*
3. Indivíduo multicelular
4. Indivíduo inteiramente prostrado; pelos sem bainha basal (*Gonatoblaste*) *G. rostrata*
4. Indivíduo com parte prostrada e parte ereta; pelos com bainha basal (*Coleochaete*)
5. Talo maciço, discóide a irregularmente lobado *C. orbicularis*
5. Talo não maciço, irregularmente ramificado (às vezes, filamentos unidos na porção central do talo)
6. Talo endofítico em *Nitella* *C. nitellarum*
6. Talo epifítico sobre outros hospedeiros
7. Seta inserida na face dorsal da célula; colarinho reto *C. irregularis* var. *irregularis*
7. Seta inserida na face ventral da célula; colarinho curvo, isto é, primeiro paralelo, depois repentinamente perpendicular ou inclinado ao substrato *C. irregularis* var. *curvicollis*

Agradecimentos

Os autores são gratos ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, DCB por bolsa de produtividade em pesquisa (processo 305072/2009-9) e CEMB também por bolsa de produtividade em pesquisa (processo 309474/2010-8).

Literatura citada

- Bicudo, D.C.** 1988. Algas epífitas do Lago das Ninfeias, São Paulo, Brasil, 1: Cyanophyceae. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 407-419.
- Bicudo, D.C.** 1989. Algas epífitas do Lago das Ninfeias, São Paulo, Brasil, 2: Xanthophyceae. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 851-860.
- Bicudo, D.C.** 1990. Algas epífitas do Lago das Ninfeias, São Paulo, Brasil, 3: Chrysophyceae. *Hoehnea* 50: 355-375.
- Bicudo, D.C.** 1996. Algas epífitas do Lago das Ninfeias, São Paulo, Brasil, 4: Chlorophyceae, Oedogoniophyceae e Zygnemaphyceae. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 345-374.
- Bourelly, P.C.** 1972. Les algues d'eau douce, initiation à la systématique, 1: les algues vertes. Éditions N. Boubée & Cie., Paris, v. 1.
- Caisová, L., Birger, M., Sausen, N., Pröschold, T. & Melkonian, M.** 2011. Polyploidy of *Chaetophora* and *Stigeoclonium* within the Chaetophorales (Chlorophyceae), revealed by sequence comparisons of nuclear-encoded SSU rRNA genes. *Journal of Phycology* 47: 164-177.
- Collins, F.S.** 1909. The green algae of North America, second supplementary paper. *Tufts College Studies* 2: 79-480.
- Cox, E.R. & Bold, H.C.** 1966. Taxonomic investigations of *Stigeoclonium*. *Phycological Studies* 7: 1-167.
- Delwiche, C.F., I., Carol, K.G., Cimino, M.T. & Sytsma, K.J.** 2002. Phylogeny of the genus *Coleochaete* (Coleochaetales, Charophyta) and related taxa inferred by analysis of the chloroplast gene *rbcL*. *Journal of Phycology* 38: 394-403.
- Ferragut, C., Lopes, M.R.M., Bicudo, D.C., Bicudo, C.E.M. & Vercellino, I.S.** 2005. Ficoflórula perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo). *Hoehnea* 32: 137-184.
- Gauthier-Lièvre, L.** 1956. Ulothricales africaines, 1: genres *Aphanochaete* et *Coleochaete*. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Afrique du Nord* 47: 31-49.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M.** 2013. *AlgaeBase*: World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. Disponível em <http://www.algaebase.org>. (acesso em 29-IV-2014).
- Islam, A.K.M.N.** 1963. A revision of the genus *Stigeoclonium*. *Beihefte zum Nova Hedwigia* 10: 1-164.
- Jost, L.** 1895. Beiträge zur Kenntnis der Coleochaeteen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 13: 433-453.
- Pringsheim, N.** 1860. Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algae, 3: die Coleochaeteen. *Jaarboek der Wissenschaftliche Botanisches* 2: 1-38.
- Printz, H.** 1964. Die Chaetophorales der Binnengewässer (eine systematische Übersicht). *Hydrobiologia* 24: 1-376.
- Vercellino, I.S.** 2001. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em dois reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo: influência do estado trófico e período climatológico. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.