



# Cyanobacteria de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, Brasil<sup>1</sup>

*Cyanobacteria from fishing ponds in the Metropolitan Region of São Paulo, Brazil*

Edna Ferreira Rosini<sup>2</sup>, Célia Leite Sant'Anna<sup>2</sup> & Andréa Tucci<sup>2,3,4</sup>

## Resumo

As cianobactérias estão amplamente distribuídas em ambientes eutrofizados, onde comumente podem formar florações tóxicas, como em pesqueiros. O objetivo desse estudo foi avaliar a biodiversidade de cianobactérias em dez pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). As amostras foram coletadas na subsuperfície, através de arrasto horizontal com rede de plâncton, em dois períodos: setembro/outubro de 2001 e fevereiro/março de 2002, totalizando 20 amostras. As amostras foram preservadas em formol a 4–5% e estudadas ao microscópio fotônico. Foram identificadas 23 espécies de cianobactérias pertencentes a cinco ordens, sete famílias e 15 gêneros. Synechococcales foi a ordem com maior riqueza de espécies (8), seguida por Chroococcales (6), Pseudanabaenales (5), Oscillatoriales (2) e Nostocales (2). *Aphanocapsa* Nägeli e *Microcystis* Kützing ex Lemmermann foram os gêneros mais representativos, com cinco e quatro táxons respectivamente. Dos 23 táxons identificados, 22% foram considerados frequentes, 35% pouco frequentes e 43% raros. *Aphanocapsa annulata* G.B. McGregor, *Aphanocapsa delicatissima* W. West & G.S. West, *Aphanocapsa incerta* (Lemmermann) Cronberg & Komarek, *Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) Cronberg & Komarek e *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing estiveram presentes em sete pesqueiros. Esta é a primeira citação de *Aphanocapsa annulata* para o estado de São Paulo.

**Palavras-chave:** biodiversidade, Chroococcales, eutrofização, taxonomia.

## Abstract

Cyanobacteria are widely distributed in eutrophic environments, such as fishing ponds, where they can generally form toxic blooms. The objective of this study was to assess the biodiversity of the Cyanobacteria in ten fishing ponds in São Paulo Metropolitan Region (RMSP). The samples were collected from the sub-surface, horizontally towed with a plankton net, in two periods: September/October 2001 and February/March 2002. The samples were preserved in formaline:seawater at 4–5%, and studied under a photonic microscope. Twenty-three species of cyanobacteria belonging to five orders, seven families and 15 genera, were identified. The richest order was Synechococcales (8 species), followed by Chroococcales (6 species), Pseudanabaenales (5 species), Oscillatoriales (2 species) and Nostocales (2 species). *Aphanocapsa* Nägeli and *Microcystis* Kützing ex Lemmermann were the most representative genera, with five and four taxa respectively. 22% of the total were considered frequent species, 35% infrequent species, and 43% rare species. *Aphanocapsa annulata* G.B. McGregor, *Aphanocapsa delicatissima* W. West & G.S. West, *Aphanocapsa incerta* (Lemmermann) Cronberg & Komarek, *Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) Cronberg & Komarek and *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing occurred in seven fishing ponds. This is the first citation of *Aphanocapsa annulata* for the state of São Paulo.

**Key words:** biodiversity, Chroococcales, eutrophication, taxonomy.

## Introdução

A preocupação com os possíveis impactos ambientais gerados pela aquicultura fez com que alguns estudos em pesqueiros fossem desenvolvidos no estado de São Paulo (Oliveira & Fukushima 1998; Kitamura *et al.* 1999; Castro *et al.* 2006; Eler & Espíndola 2006; Esteves & Sant'Anna 2006).

Um dos maiores problemas encontrados em pesqueiros é, sem dúvida, a eutrofização artificial que, particularmente nesses ambientes, é intensificada pelo constante arraçamento e ceva (Mercante *et al.* 2006). Este processo produz alterações na qualidade da água, como a redução do oxigênio dissolvido, o aumento de incidências de florações de cianobactérias

<sup>1</sup> Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Instituto de Botânica de São Paulo.

<sup>3</sup> Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia, C.P. 3005, 01061-970, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>4</sup> Autor para correspondência: atuccic@ig.com.br

e frequentemente a morte de peixes e perda da qualidade cênica (Mercante *et al.* 2005).

Dos poucos trabalhos que abordam a comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), três estão relacionados à dinâmica dessa comunidade (Matsuzaki *et al.* 2004; Sant'Anna *et al.* 2006a; Gentil 2007). Sobre a biodiversidade fitoplanctônica e sua composição taxonômica, há apenas um trabalho realizado em um único pesqueiro, no qual foram identificados 91 táxons, dentre os quais 15 (16%) eram cianobactérias (Matsuzaki *et al.* 2004).

Sant'Anna *et al.* (2006a) e Gentil (2007) analisaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica em 30 pesqueiros da RMSP e verificaram elevada riqueza de espécies em todos os pesqueiros. Cyanobacteria foi dominante, com mais de 90% da densidade total da comunidade. Os autores relacionaram essa elevada densidade ao manejo empregado e ao elevado grau de eutrofização dos pesqueiros. No entanto, estes trabalhos, de cunho ecológico, não apresentam descrições e ilustrações das espécies identificadas.

O objetivo deste trabalho foi analisar a biodiversidade de cianobactérias em pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, fornecendo diagnoses, ilustrações e chaves para a identificação dos gêneros e espécies.

### Material e Métodos

Foram estudados dez pesqueiros, localizados na bacia hidrográfica do Alto Tietê e identificados por códigos numéricos (Fig. 1) (Tab. 1). A profundidade média dos pesqueiros variou entre 1 m e 1,5 m. A bacia do Alto Tietê compreende a área drenada pelo rio Tietê a montante da Barragem de Pirapora até as suas nascentes em Salesópolis. Possui aproximadamente 37% de área urbanizada (Esteves & Sant'Anna 2006). Os valores de precipitação apresentados pela CETESB (2001, 2002) indicam que a estiagem na região da bacia hidrográfica do Alto Tietê abrange o período de abril a setembro e o período chuvoso, de outubro a março, sendo que o mês mais seco é agosto e o mais chuvoso, janeiro.

As amostras foram coletadas na subsuperfície da coluna d'água com rede de plâncton, com abertura de malha de 20  $\mu$ m, e foram preservadas em solução de formol a 4–5%. As coletas nos dez pesqueiros foram realizadas em duas épocas: setembro/outubro de 2001 (final do período de estiagem) e fevereiro/março de 2002 (final do período chuvoso, totalizando 20 amostras).

A identificação foi feita com base em características morfológicas e morfométricas, analisando-se, no mínimo, 20 indivíduos de cada espécie por população. O exame das amostras foi realizado por meio de microscópio fotônico, Zeiss Axioplan 2, com câmara clara, retículo micrometrado e câmara fotográfica acoplados. O sistema de classificação utilizado foi o de Hoffmann *et al.* (2005).

Foi calculada a frequência de ocorrência (F) (%) das espécies, com base na fórmula:  $F = [Pa/P] \times 100$ , onde Pa é o número de amostras em que a espécie foi registrada e P corresponde ao número total de amostras (20). As espécies foram consideradas muito frequentes ( $F \geq 80\%$ ), frequentes ( $50\% \leq F < 80\%$ ), pouco frequentes ( $20\% \leq F < 50\%$ ) ou raras ( $F < 20\%$ ).

O material examinado foi depositado no acervo do Herbário Científico do Estado "Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo" (SP) do Instituto de Botânica de São Paulo.

### Resultados e Discussão

Foram identificadas 23 espécies de cianobactérias pertencentes a cinco ordens, sete famílias e 15 gêneros. Synechococcales foi a ordem com maior riqueza específica (8), seguida pelas ordens Chroococcales (6), Pseudanabaenales (5), Oscillatoriales (2) e Nostocales (2).

**Tabela 1** – Coordenadas geográficas dos pesqueiros estudados na Região Metropolitana de São Paulo.

**Table 1** – Geographical coordinates of the fish ponds studied in the São Paulo Metropolitan Region.

Código dos pesqueiros	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
P8	23°26'48,5"	46°57'16,6"	765
P9	23°26'48,5"	46°56'54,1"	757
P10	23°41'08,6"	46°48'48,3"	786
P11	23°41'48,6"	46°54'02,7"	842
P14	23°49'28,7"	46°40'21,7"	788
P16	23°46'32,3"	46°45'38,5"	788
P18	23°48'05,1"	46°42'11,8"	798
P25	23°42'05,0"	46°18'0,6"	805
P27	23°36'37,5"	46°54'03,6"	804
P30	23°36'50,0"	47°00'15,6"	952

### Chave para identificação dos gêneros de cianobactérias encontradas nos pesqueiros da região metropolitana de São Paulo

1. Indivíduos coloniais ..... 2
2. Divisão celular por fissão binária em 1 ou 2 planos ..... 3
  3. Divisão celular em 1 plano ..... 4
    4. Células dispostas em fileiras irregularmente reticuladas ..... 1. *Cyanodictyon* Pascher
    - 4'. Células dispostas em fileiras radiais do centro para periferia da colônia ..... 10. *Radiocystis* Skuja
  - 3'. Divisão celular em 2 planos ..... 5
    5. Colônias com células dispostas em toda a mucilagem ..... 2. *Aphanocapsa* Nägeli
    - 5'. Colônias ocas com células dispostas somente na periferia ..... 6
      6. Colônias inicialmente esféricas, depois alongadas a irregulares; células esféricas obrigatoriamente com aerótopos ..... 11. *Sphaerocavum* Azevedo & Sant'Anna
      - 6'. Colônias e células sempre esféricas, raramente com aerótopos ..... 4. *Coelosphaerium* Nägeli
- 2'. Divisão celular por fissão binária em 3 ou mais planos ..... 7
  7. Divisão celular em 3 ou mais planos, colônias com células sem aerótopos ..... 3. *Chroococcus* Nägeli
  - 7'. Divisão celular em 3 planos, colônias com células com aerótopos ..... 9. *Microcystis* Kützing ex Lemmermann
- 1'. Indivíduos filamentosos ..... 8
  8. Tricomas heterocitados ..... 9
    9. Tricomas com heterocitos intercalares ..... 15. *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet & Flahault) Wacklin, Hoffmann & Komárek
    - 9'. Tricomas com heterocitos terminais ..... 14. *Cylindrospermopsis* (Woloszýnska) Seenayya & Subba Raju
  - 8'. Tricomas homocitados ..... 10
    10. Tricomas com células quadráticas a subquadráticas ..... 11
      11. Células com aerótopos ..... 13. *Planktothrix* Anagnostidis & Komárek
      - 11'. Células sem aerótopos ..... 12. *Phormidium* Kützing ex Gomont
    - 10'. Tricomas com células mais longas que largas ..... 12
      12. Tricomas com bainha ..... 13
        13. Tricomas emaranhados ..... 6. *Leptolyngbya* Anagnostidis & Komárek
        - 13'. Tricomas solitários ..... 7. *Planktoleptolyngbya* Anagnostidis & Komárek
      - 12'. Tricomas sem bainha ..... 14
        14. Tricomas constrictos ..... 8. *Pseudanabaena* Lauterborn
        - 14'. Tricomas não constrictos ..... 5. *Geitlerinema* (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis

#### Synechococcales

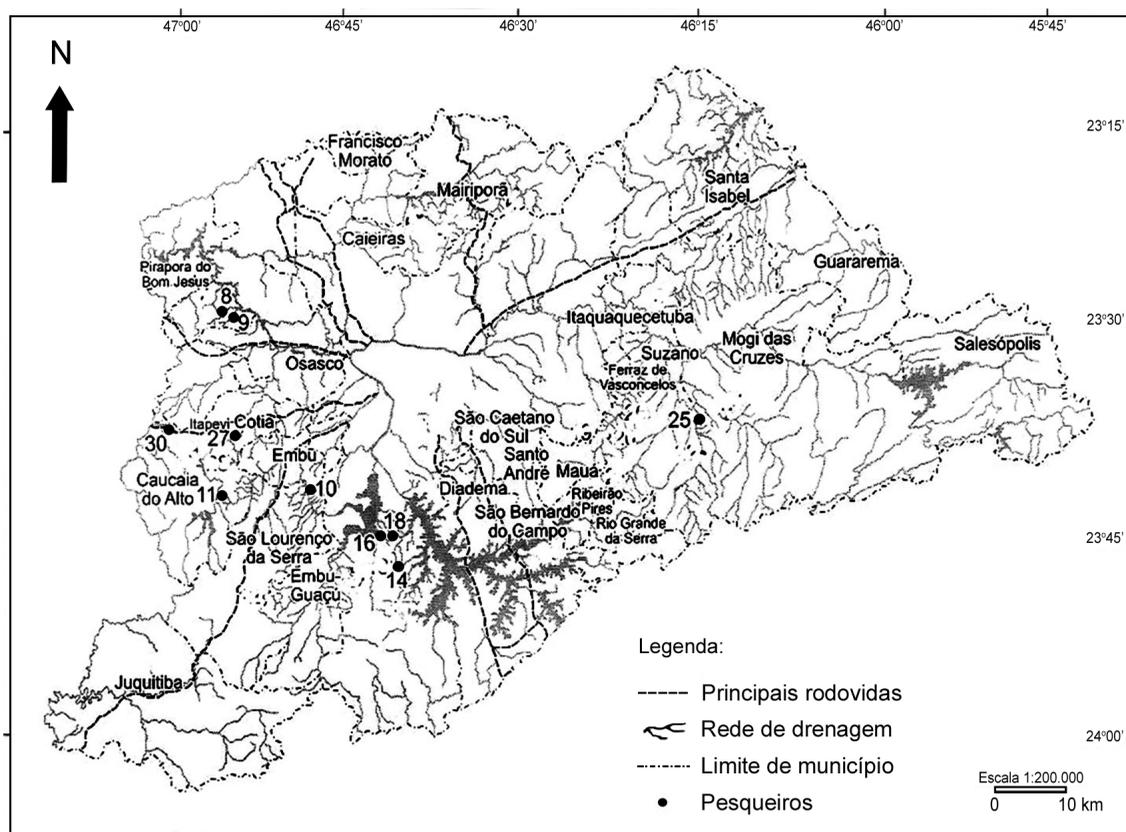
#### Synechococcaceae

**1. *Cyanodictyon planctonicum*** Meyer, Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 75: 184. fig. 5. 1994.

Fig. 2a-b

Colônias alongadas a irregulares; envelope mucilaginoso incolor, inconspícuo, difluente, homogêneo; células cilíndricas, arranjadas em fileiras unisseriadas, reticuladas, 1,3–1,5 µm compr., 0,8–1 µm diâm.; conteúdo celular verde pálido, homogêneo, sem aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 8, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400164); 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391348); Pesqueiro 9, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400163); 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391349). Embu-Mirim, Pesqueiro 10, 19.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400159); 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP400154). São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354). Cotia Pesqueiro 27, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).



**Figura 1** – Localização dos pesqueiros estudados na Região Metropolitana de São Paulo (modificado de Presotto & Cabianca 2006).  
**Figure 1** – Location of the studied fishing ponds in São Paulo Metropolitan Region (modified from Presotto & Cabianca 2006).

## Merismopediaceae

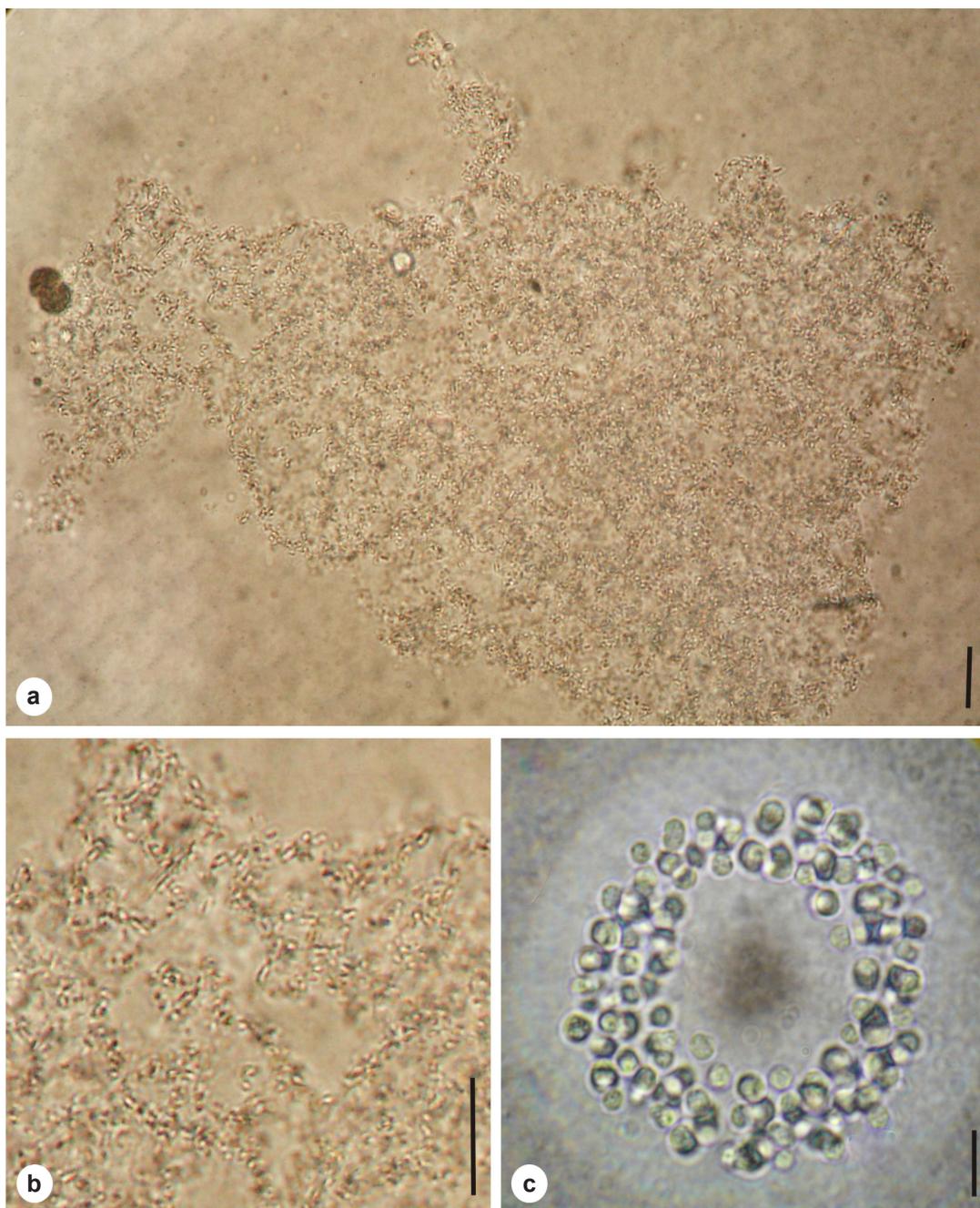
### Chave para identificação das espécies de *Aphanocapsa* nos pesqueiros da região metropolitana de São Paulo

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1. Células com 0,8–1,2 (1,4) $\mu\text{m}$ de diâmetro .....   | 2                           |
| 2. Colônias esféricas ou irregulares, não clatradas, formadas por células frouxamente arranjadas ... |                             |
| .....  | 2.2 <i>A. delicatissima</i> |
| 2'. Colônias irregulares, clatradas, formadas por células densamente arranjadas .....                | 2.3 <i>A. holsatica</i>     |
| 1'. Células com diâmetro acima de 2,0 $\mu\text{m}$ .....  | 3                           |
| 3. Células frouxamente arranjadas na colônia .....   | 2.5 <i>A. koordersii</i>    |
| 3'. Células densamente arranjadas na colônia .....   | 4                           |
| 4. Colônias esféricas quando adultas .....   | 2.4 <i>A. incerta</i>       |
| 4'. Colônias aneladas quando adultas .....   | 2.1 <i>A. annulata</i>      |

**2.1 *Aphanocapsa annulata*** G.B. McGregor, Nova Hedwigia 84 (3/4): 309. 2007. Figs. 2c, 3a

Colônias esféricas quando jovens, alongadas, ovais ou aneladas, quando adultas; mucilagem homogênea, incolor, ampla e claramente delimitada; células esféricas, densamente arranjadas, 2,4–3,2  $\mu\text{m}$  diâm.; conteúdo verde-azulado, sem aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 8, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400164); 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391348); Pesqueiro 9, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400163); 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391349). Caucaia do Alto, Pesqueiro 11, 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391350). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354); Pesqueiro 18, 10.X.2001, *K.E. Esteves*



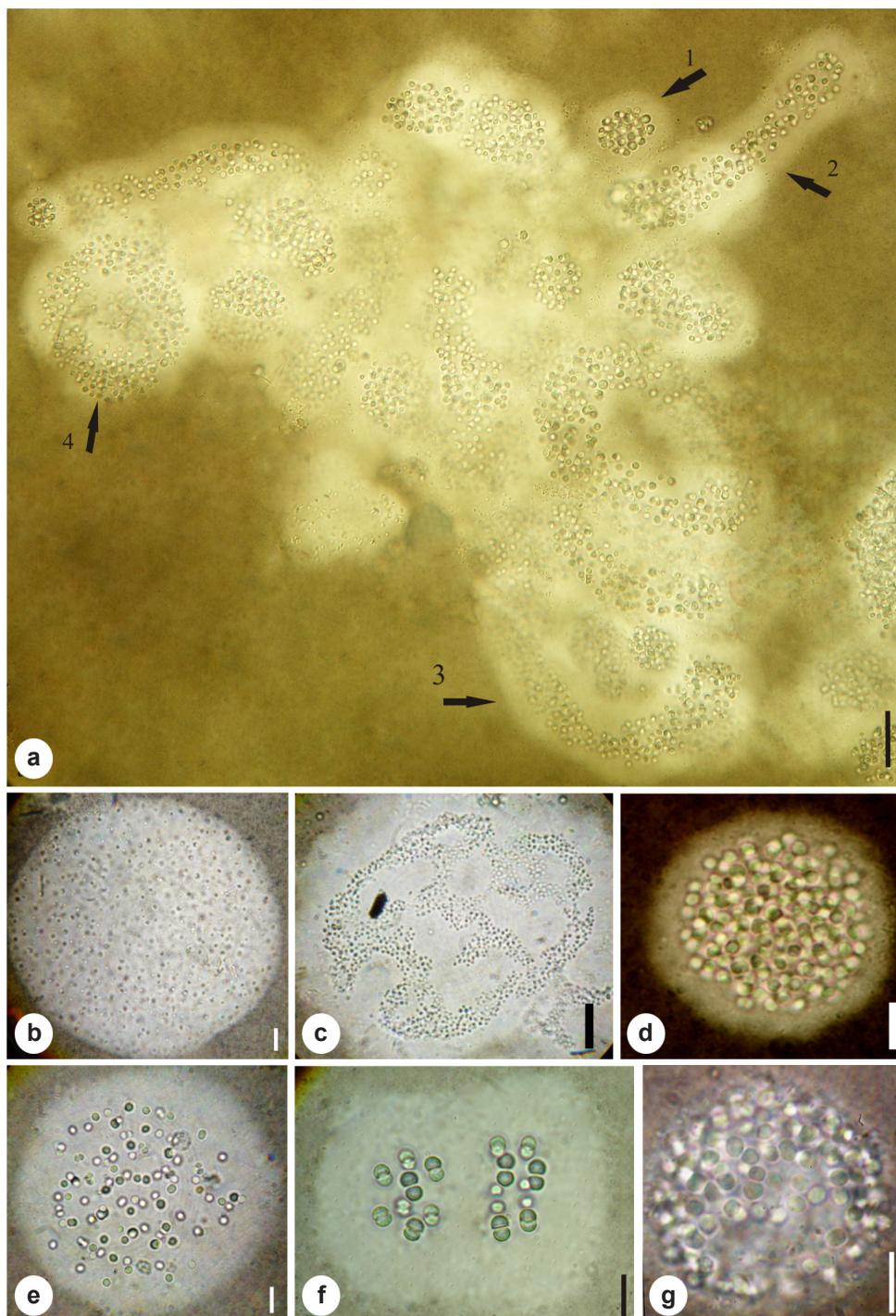
**Figura 2** – Cianobactérias de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. a-b. *Cyanodictyon planctonicum*. c. *Aphanocapsa annulata*. Escalas: 10µm, exceto 2a = 40µm.

**Figure 2** – Cyanobacteria from fishing ponds in the Metropolitan Region of São Paulo. a-b. *Cyanodictyon planctonicum*. c. *Aphanocapsa annulata*. Scales: 10µm, except 2a = 40µm.

(SP400160); 19.III.2002, K.E. Esteves (SP391359). Suzano, Pesqueiro 25, 21.III.2002, K.E. Esteves (SP391357). Cotia, Pesqueiro 27, 19.III.2002, K.E. Esteves (SP391358).

Este táxon foi recentemente descrito para a ciência e registrado em reservatório mesotrófico da

Austrália (McGregor *et al.* 2007). Esta é a primeira citação de *Aphanocapsa annulata* para o estado de São Paulo. No Brasil, até o momento, foram registradas populações dessa espécie em ambientes eutrofizados (Nogueira *et al.* 2011). *Aphanocapsa*



**Figura 3** – Cianobactérias de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. a. *Aphanocapsa annulata* em diferentes estágios de desenvolvimento das colônias (setas 1-4): seta 1: jovem, esférica, seta 2: alongada, seta 3: em forma de arco, seta 4: adulto, em forma de anel. b. *Aphanocapsa delicatissima*. c. *Aphanocapsa holsatica*. d. *Aphanocapsa incerta*. e. *Aphanocapsa koordersii*. f. *Chroococcus dispersus*. g. *Coelosphaerium evidenter-marginatum*. Escalas = 10 µm, exceto 3a = 40 µm.

**Figure 3**– Cyanobacteria from fishing ponds in the Metropolitan Region of São Paulo. a. *Aphanocapsa annulata* at different developmental stages of the colony (arrows 1-4): arrow 1: young, spherical colony, arrow 2: stretched colony, arrow 3: arc shaped colony, arrow 4: adult, ring shaped colony. b. *Aphanocapsa delicatissima*. c. *Aphanocapsa holsatica*. d. *Aphanocapsa incerta*. e. *Aphanocapsa koordersii*. f. *Chroococcus dispersus*. g. *Coelosphaerium evidenter-marginatum*. Scales = 10 µm, except 3a = 40 µm.

*annulata* caracteriza-se por apresentar colônias esféricas quando jovens (Fig. 3a, seta 1); em seguida, estas colônias alongam-se (Fig. 3a, seta 2), e formam um arco em forma de C (Fig. 3a, seta 3) e finalmente se fecham, completando o anel (Fig. 3a, seta 4). *Aphanocapsa annulata* assemelha-se a *A. koordersii* Ström no que diz respeito às dimensões celulares, mas difere pela proximidade das células nas colônias e pelos estágios do desenvolvimento da colônia em *A. annulata*.

**2.2 *Aphanocapsa delicatissima*** W. West & G.S. West, Journ. Linn. Soc. (Bot.) 40: 431. pl. 19, figs. 2-3. 1912. Fig. 3b

Colônias esféricas ou irregulares; mucilagem homogênea incolor e difluente; células esféricas, frouxamente arranjadas, 0,8–1,2(1,4) µm diâm.; conteúdo verde azulado, sem aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 8, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400164); 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391348); Pesqueiro 9, 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391349); 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP400154). Embu- Mirim, Pesqueiro 10, 19.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400159). São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161); idem, 28.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391352). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354); Pesqueiro 18, 10.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400160); 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391359). Suzano, Pesqueiro 25, 8.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400153); 21.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391357). Cotia, Pesqueiro 27, 10.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400155); 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).

**2.3 *Aphanocapsa holsatica*** (Lemmermann) Cronberg & Komárek, Algol. Stud. 75: 333. 1994. Fig. 3c

Colônias alongadas, irregulares, clatradas, 95–265 µm compr., 55–142 µm diâm.; mucilagem homogênea, incolor e difluente; células esféricas, numerosas, densamente arranjadas, 0,8–1,2 µm diâm.; conteúdo celular verde azulado, sem aerótopos.

**Material examinado:** São Paulo, Embu-Mirim, Pesqueiro 10, 1.III.2002, *K.E. Esteves* (SP400154). Caucaia do Alto, Pesqueiro 11, 19.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400162); 1.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391350). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354). Suzano, Pesqueiro 25, 8.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400153); 21.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391357). Cotia, Pesqueiro 27, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358). Itapevi, Pesqueiro 30, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP400158).

*Aphanocapsa holsatica* pode ser confundida com *A. delicatissima*, no entanto, *A. holsatica* possui colônias irregulares, clatradas, com células

densamente arranjadas, e *A. delicatissima*, colônias esféricas, raramente irregulares, com células frouxamente arranjadas.

**2.4 *Aphanocapsa incerta*** (Lemmermann) Cronberg & Komárek, Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 75: 323-352. Fig. 3d

Colônias esféricas, 35–81 µm diâm.; mucilagem homogênea, incolor, difluente e indistinta na margem da colônia; células esféricas, densamente arranjadas no centro da mucilagem, 2,2–3 µm diâm.; conteúdo celular verde azulado, sem aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 9, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400163); 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391349). Embu-Mirim, Pesqueiro 10, 19.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400159); 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP400154). São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161); 28.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391352). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 18, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391359). Cotia, Pesqueiro 27, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358). Itapevi, Pesqueiro 30, 10.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400157); 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP400158).

**2.5 *Aphanocapsa koordersii*** Ström, Nyt. Mag. Naturv. 61: 128. 1923. Fig. 3e

Colônias esféricas, 80–120 µm diâm.; mucilagem homogênea, incolor, contorno difluente; células esféricas, frouxamente arranjadas, 2,2–3 µm diâm.; conteúdo celular verde azulado, sem aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 8, 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391348); Pesqueiro 9, 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391349). Suzano, Pesqueiro 25, 8.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400153); 21.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391357). Itapevi, Pesqueiro 30, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP400158).

De acordo com Komárek & Anagnostidis (1999) e McGregor *et al.* (2007), esta espécie é comumente encontrada no plâncton de lagos tropicais, confirmando a ampla distribuição desta espécie no Brasil (Uherkovich 1981; Peres & Senna 1998; Sant'Anna *et al.* 2004; Sant'Anna *et al.* 2007; Delazari-Barroso *et al.* 2007; Borges *et al.* 2008; Nogueira *et al.* 2011; Martins *et al.* 2012).

**3. *Chroococcus dispersus*** (Keissler) Lemmermann, Ark. Bot. 2(2): 102. 1904. Fig. 3f

Colônias alongadas, irregulares, 68,8–85 µm compr., 44–56,8 µm diâm., formadas por pequenos grupos de 4–8 células distantes uns dos outros, dispostos em mucilagem comum, homogênea e incolor; células esféricas ou hemisféricas após a divisão celular, 4–6 µm diâm.; conteúdo celular verde azulado, sem aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 8, 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391348). Caucaia do Alto, Pesqueiro 11, 19.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400162); *idem*, 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391350). São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161); 28.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391352). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354).

**4. *Coelosphaerium evidenter-marginatum*** Azevedo & Sant'Anna, *Algol. Stud.* 94: 35. 1999. Fig. 3g

Colônias ocas, esféricas, quando jovens, ovais a irregulares, quando adultas, 40–52,6 µm diâm.; mucilagem hialina; células esféricas, frouxamente arranjadas, distribuídas irregularmente na superfície da colônia, 2,4–2,8 µm diâm.; conteúdo celular verde azulado, homogêneo, sem aerótopos.

**Material examinado:** São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354). Cotia, Pesqueiro 27, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).

O táxon tem sido registrado em ambientes eutrofizados somente do estado de São Paulo (Azevedo & Sant'Anna 1999; Sant'Anna *et al.* 2004; Tucci *et al.* 2006; Sant'Anna *et al.* 2007), como no presente trabalho.

**Pseudanabaenales**

**Pseudanabaenaceae**

**5. *Geitlerinema amphibium*** (Gomont) Anagnostidis, *Pl. Syst. Evol.* 164: 35. 1989.

Fig. 4a-b

Tricomas solitários, retos ou curvos, não constrictos, não atenuados; células mais longas que largas, 2–6 µm compr., 1–1,5 µm diâm.; célula apical cilíndrico-arredondada; conteúdo celular verde azulado, homogêneo, com 1 grânulo em cada lado do septo.

**Material examinado:** São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161); 28.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391352).

Bittencourt-Oliveira *et al.* (2009), baseados em análises morfométricas, moleculares e ultra-estruturais, concluíram que *Geitlerinema amphibium* e *G. unigranulatum* (R.N. Singh) Komárek & Azevedo constituem uma única entidade taxonômica e propuseram a sinonimização de *G. unigranulatum* como *G. amphibium*. Por esse motivo, optou-se por identificar esta população como *G. amphibium*.

**6. *Leptolyngbya angustissima*** (W. West & G.S. West) Anagnostidis & Komárek, *Archiv. Für Hydrobiologie, Supplement* 80: 390. 1988.

Fig. 4c-e

Filamentos densamente emaranhados, retos, às vezes levemente curvados; bainha mucilaginosa fina, firme, incolor, fortemente aderida ao tricoma; tricomas constrictos, não atenuados, 1–1,2 µm diâm.; células 2,5–4 µm compr.; células apicais com ápices arredondados; conteúdo celular verde azulado claro, com um grânulo nos septos ou raramente com três grânulos dispersos na célula.

**Material examinado:** Embu-Mirim, Pesqueiro 10, 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP400154). São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 28.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391352). Itapevi, Pesqueiro 30, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP400158).

As populações estudadas concordam com o material descrito por Johansen *et al.* (2008), quanto aos tricomas constrictos e grânulos nos septos, mas discordam do material descrito por Komárek & Anagnostidis (2005), quanto aos tricomas levemente ou indistintamente constrictos. *Leptolyngbya angustissima* é relatada como componente do perifiton de ambientes aquáticos continentais, amplamente distribuída nos trópicos e subtropicais (Komárek & Anagnostidis 2005); no entanto, os autores não mencionam as condições tróficas dos ambientes aquáticos nos quais foram registradas. No Brasil, *Leptolyngbya angustissima* foi encontrada em ambientes oligotróficos (Ferragut *et al.* 2005; Biolo & Rodrigues 2011) e em ambientes eutrofizados, como neste estudo.

**7. *Planktolyngbya contorta*** (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek, *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* 80: 394. 1988.

Fig. 4f-h

Filamentos solitários, espiralados, 1/2–6 espiras, 25–33 µm diâm., 5–7 µm de distância entre as espiras; bainha mucilaginosa fina, homogênea, incolor, geralmente estendendo-se além do tricoma; tricomas não atenuados, não constrictos, 1–1,5 µm diâm.; células 2–3 vezes mais longas que largas, 2–3 µm compr.; células apicais com ápices arredondados; conteúdo celular verde azulado claro, homogêneo, com um grânulo nos septos.

**Material examinado:** São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161); 28.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391352). Cotia, Pesqueiro 27, 10.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400155); 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).

**Chave para identificação das espécies de *Pseudanabaena* nos pesqueiros da região metropolitana de São Paulo**

1. Células com aerótopos refringentes nos pólos das células apicais ..... 8.1 *P. galeata*  
 1'. Células sem aerótopos ..... 8.2 *P. mucicola*

**8.1 *Pseudanabaena galeata*** Böcher, Kongl. Dansk. Vidensk. Selsk., Biol. Medd. 21:13.1949.

Fig. 4i-j

Tricomas solitários, retos, constrictos, não atenuados, cerca 10–12 células; células cilíndricas, conectadas por septos translúcidos, geralmente 2–4 vezes mais longas que largas, 4–7 µm compr., 1,2–1,5 µm de diâm.; células apicais cilíndrico-arredondadas, com um aerótopo polar esférico e refringente; conteúdo celular verde azulado.

**Material examinado:** São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161).

Os representantes de *Pseudanabaena galeata* apresentaram células até quatro vezes mais longas que largas, diferentes de material descrito em trabalhos da flora paulista: Honda & Azevedo (2004), Ferragut *et al.* (2005), Tucci *et al.* (2006) e Sant'Anna *et al.* (2007). Somente neste último, os espécimes apresentaram medidas celulares semelhantes ao material estudado (3–7 µm de compr., 1,8–2,3 µm diâm.). Apesar das diferenças nas dimensões celulares, foi possível identificar o material como *P. galeata* pelas características típicas da espécie: células conectadas por septos translúcidos e aerótopos esféricos refringentes no pólo da célula apical.

**8.2 *Pseudanabaena mucicola*** (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe, Gewässerund. Abwässer, H. 36: 7-39. fig. 61. 1964.

Fig. 4k-l

Tricomas solitários, retos, constrictos, não atenuados, curtos, 3–6 células, encontrados no interior da mucilagem de outras cianobactérias; células cilíndricas, 2,5–5 µm compr., 1–2 µm diâm.; célula apical cilíndrico-arredondada; conteúdo celular verde azulado, homogêneo, sem aerótopo.

**Material examinado:** Embu-Mirim, Pesqueiro 10, 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP400154). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354).

*Pseudanabaena mucicola* caracteriza-se pelo hábito endoglêico, encontrada no interior ou na superfície da mucilagem de outras cianobactérias planctônicas (ex. *Microcystis*, *Woronichinia* Elenkin, *Aphanothece* Nägeli, *Chroococcus*) (Komárek & Anagnostidis 2005). Nas populações analisadas, *P. mucicola* foi observada na mucilagem de *Microcystis wesenbergii*, *M. aeruginosa*, *Chroococcus dispersus* e *Radiocystis fernandoi*.

**Chroococcales**  
**Microcystaceae**

**Chave para identificação das espécies de *Microcystis* nos pesqueiros da região metropolitana de São Paulo**

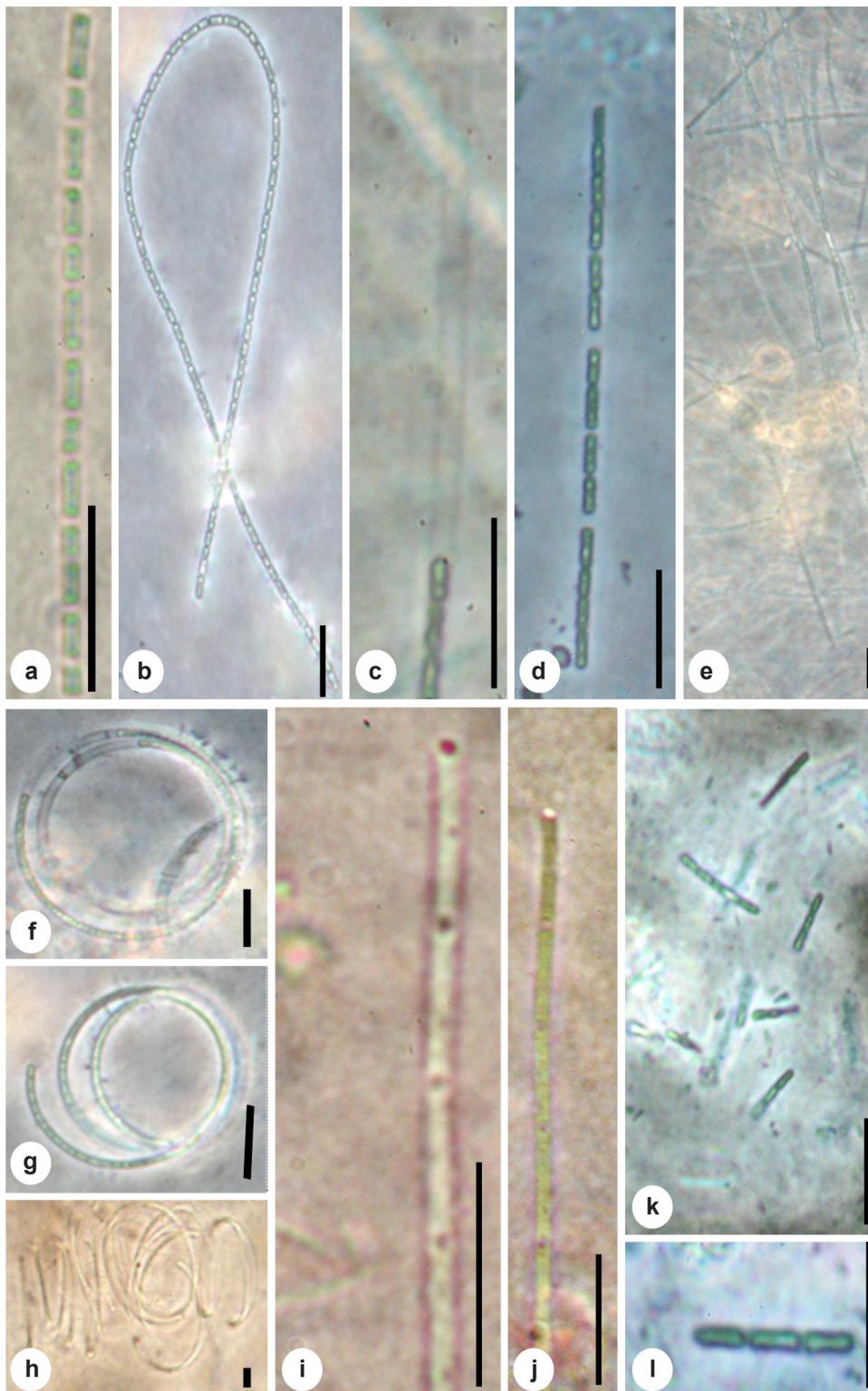
1. Mucilagem colonial com margem conspícua ..... 9.4 *M. wesenbergii*  
 1'. Mucilagem colonial com margem inconspícua ..... 2  
 2. Células dispostas no centro da mucilagem ..... 9.1 *M. aeruginosa*  
 2'. Células dispostas em toda a mucilagem ..... 3  
 3. Células frouxamente distribuídas em toda a mucilagem colonial ..... 9.3 *M. protocystis*  
 3'. Células densamente agregadas em toda a mucilagem colonial ..... 9.2 *M. panniformis*

**9.1 *Microcystis aeruginosa*** (Kützing) Kützing, Tab. Phycol. 1: 6. 1846.

Fig. 5a-c

Colônias esféricas, irregulares ou lobadas, formadas por numerosas células arranjadas no centro da mucilagem colonial; mucilagem homogênea, incolor, ampla, margem maior que o diâmetro da célula; células esféricas, 4,8–6,4 µm diâm., conteúdo celular verde acastanhado, com aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 9, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400163). Caucaia do Alto, Pesqueiro 11, 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391350). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); Pesqueiro 18, 10.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400160). Suzano, Pesqueiro 25, 8.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400153); 21.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391357). Cotia, Pesqueiro 27, 10.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400155). Itapevi, Pesqueiro 30, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP400158).



**Figura 4** – Cianobactérias de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. a-b. *Geitlerinema amphibium*. c-e. *Leptolyngbya angustissima*. f-h. *Planktolyngbya contorta*. i-j. *Pseudanabaena galeata*. k-l. *Pseudanabaena mucicola*. Escalas = 10µm.  
**Figure 4** – Cyanobacteria from fishing ponds in the Metropolitan Region of São Paulo. a-b. *Geitlerinema amphibium*. c-e. *Leptolyngbya angustissima*. f-h. *Planktolyngbya contorta*. i-j. *Pseudanabaena galeata*. k-l. *Pseudanabaena mucicola*. Scales = 10µm.

*Microcystis aeruginosa* pode ser confundida com *Radiocystis fernandoi* Komárek & Komárkova-Legnerová pois ambas colônias possuem células esféricas com aerótopos (Sant'Anna *et al.* 2006b). No entanto, diferem entre si pelo plano de divisão celular, característica básica na separação dos dois gêneros, e arranjo das células nas colônias. Em *R. fernandoi*, a divisão celular ocorre em um plano e as células apresentam alinhamento radial do centro para a periferia da colônia, enquanto em *M. aeruginosa* a divisão celular ocorre em três planos e as células estão irregularmente agregadas no centro da colônia.

*Microcystis aeruginosa* é comum no plâncton de corpos d'água eutrofizados, muitas vezes formando florações, com ampla distribuição, exceto em regiões polares e subpolares (Komárek & Anagnostidis 1999) e, juntamente com *Cylindrospermopsis raciborskii*, são as cianobactérias tóxicas mais amplamente distribuídas no Brasil, ocorrendo em diferentes áreas tropicais e subtropicais (Sant'Anna *et al.* 2008).

**9.2 *Microcystis panniformis*** Komárek *et al.*, Cryptogamie Algol. 23: 165. 2002. Fig. 5d-e

Colônias esféricas quando jovens, alongadas ou irregulares quando adultas, formadas por células densamente agregadas em toda a mucilagem; mucilagem homogênea, incolor, com margem estreita (rente às células); células esféricas, 3–4 µm diâm.; conteúdo celular acastanhado, com aerótopos.

**Material examinado:** Suzano, Pesqueiro 25, 8.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400153); 20.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391357). Cotia, Pesqueiro 27, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).

Segundo Komárek *et al.* (2002), *M. panniformis* é amplamente distribuída em reservatórios eutróficos do Estado de São Paulo, o que foi confirmado no presente trabalho.

**9.3 *Microcystis protocystis*** Crow, The New Phytologist 22(2): 62. 1923. Fig. 5f-h

Colônias irregulares, formadas por células frouxamente distribuídas em toda a mucilagem colonial; mucilagem homogênea, incolor; células esféricas, (3,5)4–5,8 µm diâm., com bainha individual; conteúdo celular verde acastanhado, com aerótopos.

**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 9, 17.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400163); 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391349). São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 28.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391352). São Lourenço, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354). Suzano, Pesqueiro

25, 8.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400153); 21.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391357). Cotia, Pesqueiro 27, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).

As populações analisadas apresentaram dois morfotipos: o primeiro formado por indivíduos que possuem características concordantes com as descritas por Komárek *et al.* (2002) e Sant'Anna *et al.* (2004) (Fig. 5f) e um segundo tipo que apresenta células com dimensões menores (3,5–4 µm diâm.), com aerótopos sem refringência característica (avermelhado), como se estivessem em senescência, mas com o envelope mucilaginoso individual típico de *M. protocystis* (Fig. 5g-h). *Microcystis protocystis* ocorre em regiões tropicais, sendo muito comum no plâncton de lagos brasileiros (Komárek *et al.* 2002).

**9.4 *Microcystis wesenbergii*** (Komárek) Komárek in Kondratieva, Cveticenie vody, p.13-42, 1968.

Fig. 5i-j

Colônias esféricas ou alongadas, lobadas a irregulares, formadas por células mais ou menos agrupadas no centro da colônia; mucilagem homogênea, incolor, ampla, firme, com margem conspícua e contorno evidente; células esféricas, 4–6,8 µm diâm.; conteúdo celular verde acastanhado, com aerótopos.

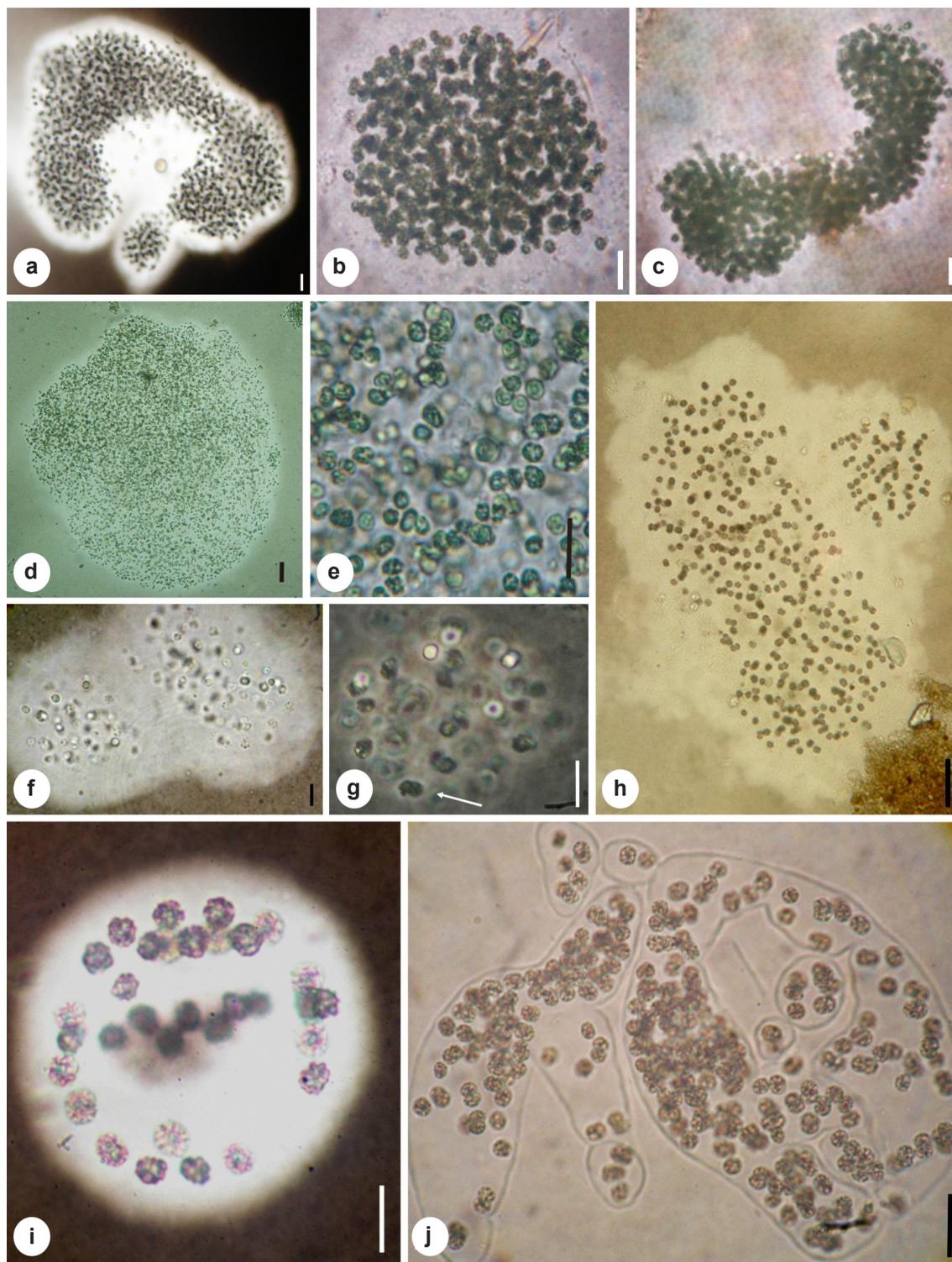
**Material examinado:** Pirapora do Bom Jesus, Pesqueiro 9, 21.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391349). Caucaia do Alto, Pesqueiro 11, 19.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400162); 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391350). São Bernardo do Campo, Pesqueiro 14, 24.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400161). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354); Pesqueiro 18, 10.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400160).

**10. *Radiocystis fernandoi*** Komárek & Komárkova-Legnerová, Preslia 65: 336. 1993. Fig. 6a-d

Colônias arredondadas, irregulares, formadas por células distribuídas radialmente na mucilagem; mucilagem homogênea, hialina, ampla, com margem distante das células; células esféricas, 5,6–6,4 µm diâm.; conteúdo celular acastanhado enegrecido, com aerótopos.

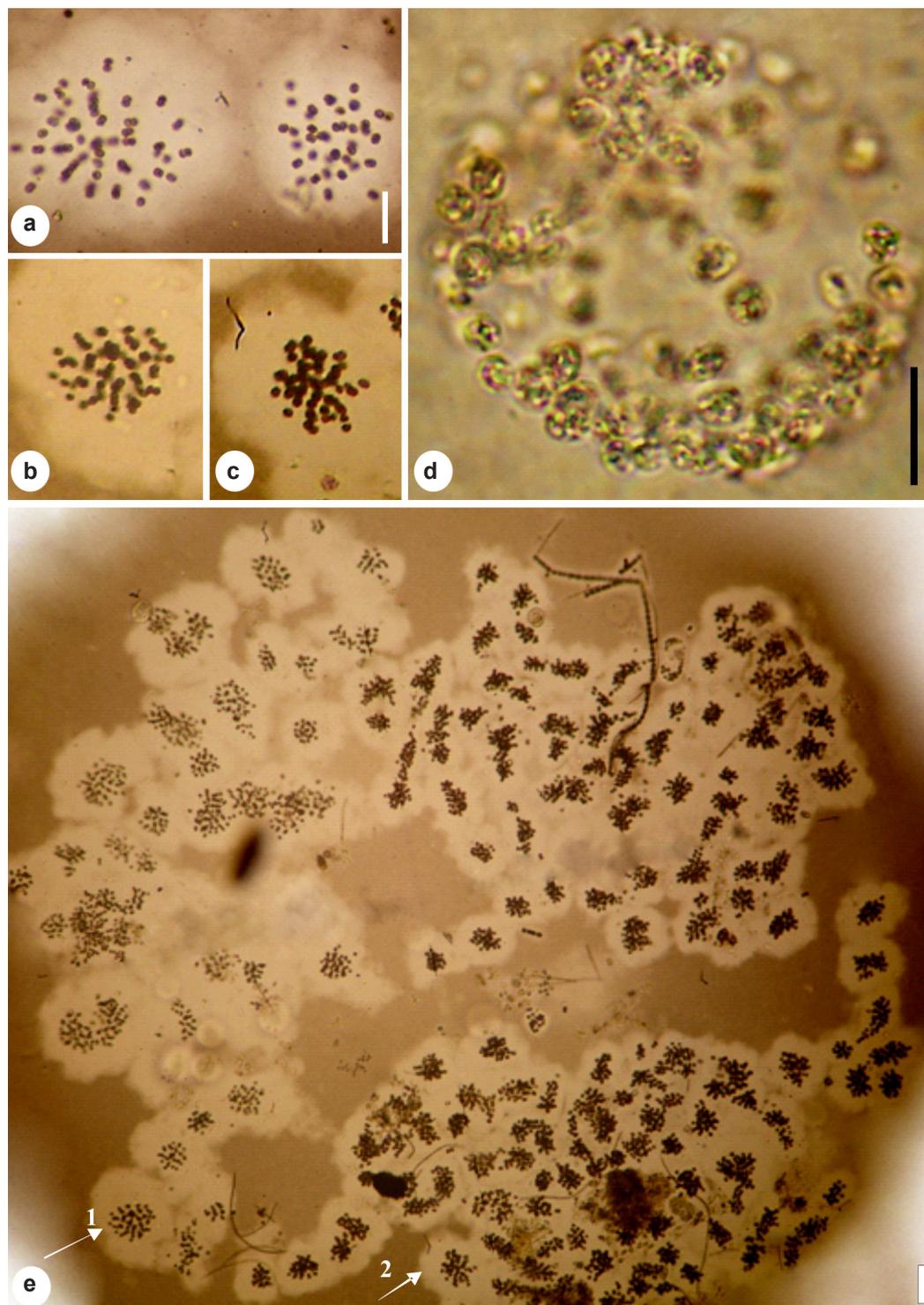
**Material examinado:** Caucaia do Alto, Pesqueiro 11, 19.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400162); 1.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391350). São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354).

As populações de *Radiocystis fernandoi* apresentaram dois tipos morfológicos: tipo 1 (Fig. 6d, seta 1) com células com poucos aerótopos e frouxamente distribuídas na mucilagem, lembrando o arranjo celular de *Microcystis protocystis*, mas com arranjo radial bem conspícuo; tipo 2 (Fig. 6d, seta 2) com células com conteúdo celular enegrecido,



**Figura 5** – Cianobactérias de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. a-c. *Microcystis aeruginosa*. d-e. *Microcystis panniformis*. f-h. *Microcystis protocystis*. g. Detalhe da colônia mostrando o envelope mucilaginoso individual da célula (seta). i-j. *Microcystis wesenbergii*. Escalas = 10 µm.

**Figure 5** – Cyanobacteria from fishing ponds in the Metropolitan Region of São Paulo. a-c. *Microcystis aeruginosa*. d-e. *Microcystis panniformis*. f-h. *Microcystis protocystis*. g. Detail of the colony showing the individual mucilaginous envelope of the cell (arrow). i-j. *Microcystis wesenbergii*. Scales = 10 µm.



**Figura 6** – Cianobactérias de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. a-d. *Radiocystis fernandoi* – b. detalhe da colônia da Fig. 6d, indicada pela seta 1; c. detalhe da colônia da Fig. 6d, indicada pela seta 2; d. colônias dos tipos morfológicos 1 e 2. e. *Sphaerocavum brasiliense*. Escalas=10 $\mu$ m, exceto 6a = 40 $\mu$ m.

**Figure 6** – Cyanobacteria from fishing ponds in the Metropolitan Region of São Paulo. a-d. *Radiocystis fernandoi* – b. detail of the colony shown in the Fig. 6d, indicated by arrow 1; c. detail of the colony shown in the Fig. 6d, indicated by arrow 2; d. colonies of morphological types 1 and 2. e. *Sphaerocavum brasiliense*. Scales = 10 $\mu$ m, except 6a = 40 $\mu$ m.

presença de muitos aerótopos, células densamente distribuídas na mucilagem, principalmente na região central da colônia, e com disposição radial semelhante à descrição original (Komárek & Komárková-Legnerová 1993). Estes dois tipos morfológicos podem estar relacionados a diferentes fases do desenvolvimento de *R. fernandoi*: o tipo 1 poderia ser colônia mais velha, enquanto que o tipo 2 seria colônia jovem. Assim, embora com dois tipos morfológicos distintos, a característica disposição radial das células se manteve, indicando ser um bom marcador morfológico para caracterização dessa espécie.

**11. *Sphaerocavum brasiliense*** Azevedo & Sant'Anna. *Algol. Stud.* 109: 81. 2003. Fig. 6e

Colônias esféricas, ocas, formadas por células frouxamente arrançadas na mucilagem colonial; mucilagem inconspícua, estreita; células esféricas, 2,4–3,6 µm diâm.; conteúdo celular verde acastanhado, com aerótopos.

**Material examinado:** Suzano, Pesqueiro 25, 8.X.2001, *K.E. Esteves* (SP400153); 21.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391357). Cotia, Pesqueiro 27, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).

**Oscillatoriales**

**Phormidiaceae**

**12. *Phormidium formosum*** (Bory) Anagnostidis & Komárek. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* 80: 405. 1988. Fig. 7a-e

Tricomas solitários, retos ou curvos, não constrictos, levemente atenuados em direção ao ápice, 4–6,4 µm diâm.; células 2,5–5 µm compr.; células apicais cônico-arredondadas; conteúdo celular finamente granulado, sem aerótopos.

**Material examinado:** Caucaia do Alto, Pesqueiro 11, 26.II.2002, *K.E. Esteves* (SP391350).

*Phormidium formosum* é descrito como perifítico e bentônico de águas estagnadas (Komárek & Anagnostidis 2005). No entanto, McGregor (2007) mencionou que esta espécie pode formar massas flutuantes em lagos, quando se desprendem do substrato. Provavelmente, este fato deve ter ocorrido nos pesqueiros estudados, explicando assim a ocorrência da espécie no plâncton.

**13. *Planktothrix isothrix*** (Skuja) Komárek & Komárková, *Czech Phycology* 4: 14, 2004.

Fig. 7f-i

Tricomas solitários, retos ou levemente curvos, levemente constrictos ou não, não atenuados em direção ao ápice, 5–6 µm diâm.; células isodiamétricas ou levemente mais curtas do que

largas, (3)4–5(5,5) µm compr., com aerótopos; células apicais cilíndricas, cônico-arredondadas, truncadas ou amplamente arredondadas; coloração verde amarronzado.

**Material examinado:** São Lourenço da Serra, Pesqueiro 18, 19.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391359). Cotia, Pesqueiro 27, 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391358).

De acordo com Komárek & Anagnostidis (2005), *Planktothrix isothrix* diferencia-se de *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek por apresentar tricomas mais largos, (5)5,5–9,7(10) µm diâm., não atenuados, levemente móveis e com oscilação peculiar. Os indivíduos analisados apresentaram dimensões celulares um pouco menores daquelas descritas por Komárek & Anagnostidis (2005). Os tricomas não apresentaram atenuação e esta foi a única característica encontrada para diferenciá-los de tricomas de *P. agardhii*.

**Nostocales**

**Nostocaceae**

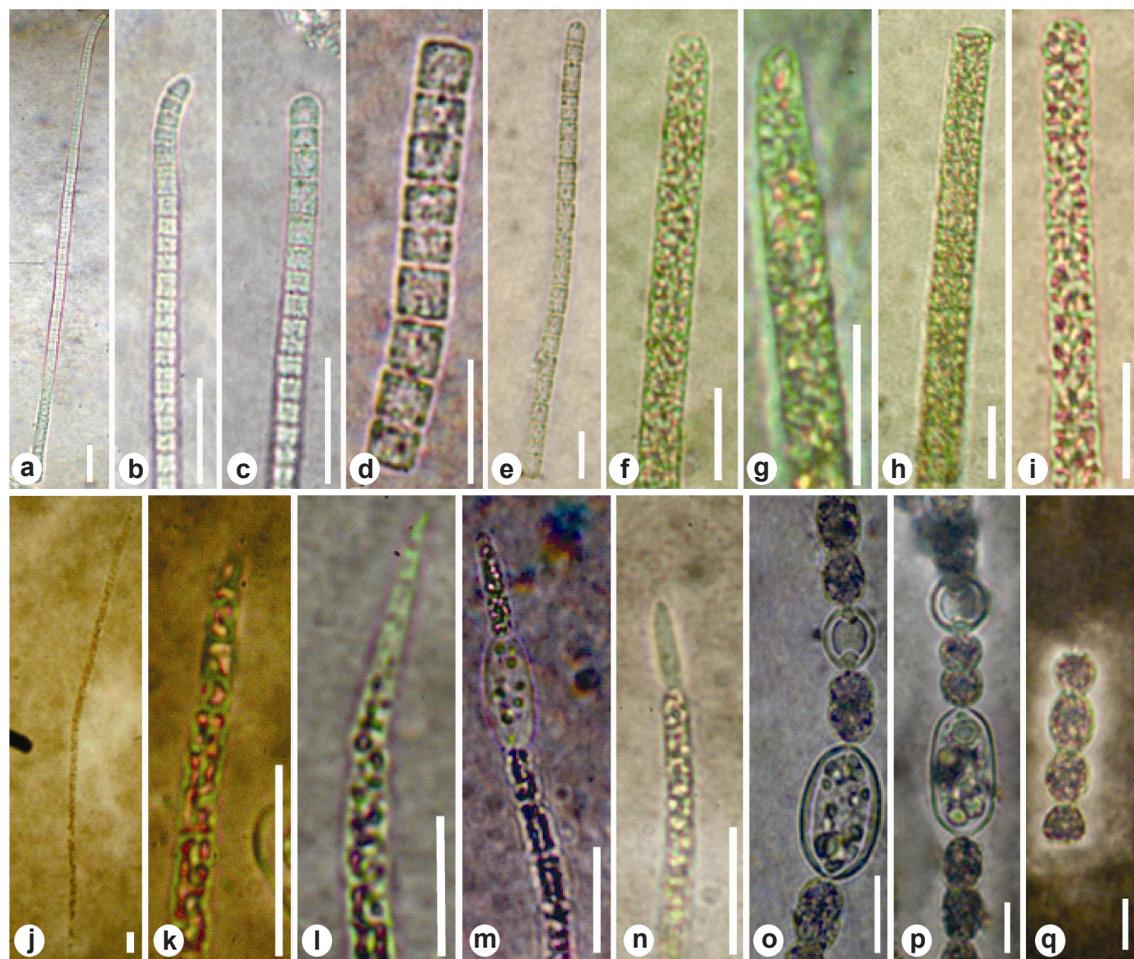
**14. *Cylindrospermopsis raciborskii*** (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, in Desikachary, *Tax. and Biol. Blue-green algae* 55. 1972. Fig. 7j-n

Tricomas solitários, retos, constrictos, atenuados; células cilíndricas, 5–8 µm compr., 2–3 µm diâm., com aerótopos; célula apical acuminada; heterocitos terminais em forma de chama de vela, 9 µm compr., 2 µm diâm.; acinetos cilíndricos, 8,9–10,5 µm compr., 4–4,8 µm diâm.

**Material examinado:** São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354).

Nas populações estudadas, foram observados inúmeros tricomas sem heterocito, com células apicais pontiagudas e alguns com células apicais em forma de agulha (Fig. 7l), características de *Raphidiopsis* Fritsch & Rich. Além disso, foram encontrados também alguns indivíduos apenas com acineto ou apenas com heterocito. População semelhante a esta foi descrita por Moustaka-Gouni *et al.* (2009) para o lago Kastoria (Grécia), diferindo apenas pelo fato de que nas populações estudadas não foram observados indivíduos com heterocitos e acinetos ocorrendo no mesmo tricoma.

Moustaka-Gouni *et al.* (2009), ao estudarem as relações taxonômicas entre *C. raciborskii* e *Raphidiopsis mediterranea* Skuja, com base na morfologia e na análise de rRNA 16S, observaram que, embora a comparação morfométrica indicasse diferentes morfotipos, a reprodução dos tricomas quer por fragmentação ou pelo desenvolvimento de uma célula apical diferenciada (“arrow head”) dá origem a tricomas curtos, tanto de *R. mediterranea*



**Figura 7** – Cianobactérias de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. a-e. *Phormidium formosum*. f-i. *Planktothrix isoethrix*. j-n. *Cyndrospermopsis raciborskii*. o-q. *Dolichospermum solitarium*. Escalas = 10µm.

**Figure 7** – Cyanobacteria from fishing ponds in the Metropolitan Region of São Paulo. a-e. *Phormidium formosum*. f-i. *Planktothrix isoethrix*. j-n. *Cyndrospermopsis raciborskii*. o-q. *Dolichospermum solitarium*. Scales = 10µm.

como de *C. raciborskii*. Além disso, as análises filogenéticas revelaram similaridade acima de 99% entre estas espécies. Assim, para estes autores, a ligação dos morfotipos de ambas as espécies em um único ciclo de vida e sua correspondência com um único filotipo sugerem que *Raphidiopsis* e *Cyndrospermopsis* constituem um único gênero.

#### 15. *Dolichospermum solitarium* (Klebahn) Wacklin, Hoffmann & Komárek, Fottea 9(1): 62, 2009. Fig. 7o-q

Filamentos com tricomas solitários, retos, constrictos, não atenuados; bainha hialina, ampla, acima de 30 µm de largura; células esféricas ou, quando em divisão celular, em forma de barril, 8,1–10,2 µm compr., 7,2–9,7 µm diâm., com aerótopos; heterocitos

arredondados, 8,9–10,2 µm diâm.; acinetos oblongos, 14,2–24,3 µm compr., 11,2–12,2 µm diâm.

**Material examinado:** São Paulo, São Lourenço da Serra, Pesqueiro 16, 25.IX.2001, *K.E. Esteves* (SP400156); 22.III.2002, *K.E. Esteves* (SP391354).

Wacklin *et al.* (2009) mantiveram o nome *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault para as espécies bentônicas, sem aerótopos e parte das demais morfoespécies planctônicas, com aerótopos, foram transferidas para o gênero *Dolichospermum*. Posteriormente, Zapomelová *et al.* (2010) publicaram um outro gênero denominado *Sphaerospermopsis* Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Řeháková & Komárková, incluindo as espécies planctônicas de *Anabaena* que apresentam acinetos esféricos sempre ao lado dos heterocitos.

Nas populações estudadas, foram registradas células vegetativas “citriformes” (com forma de limão) (Fig. 7q), algumas quase esféricas e outras em forma de barril, neste último caso somente quando em divisão; acinetos oblongos, quase cilíndricos, distantes duas células vegetativas dos heterocitos (Fig. 7o-p). Alguns indivíduos apresentaram bainha estreita (14,2 µm). Segundo Komárková-Legnerová & Eloranta (1992), bainha estreita seria característica de *A. solitaria* Klebahn e bainha ampla (acima de 30 µm) de *A. planctonica* Brunthaler. Apesar da ocorrência de acinetos com forma mais próxima de *A. planctonica* do que de *A. solitaria*, o material estudado foi identificado como *D. solitarium* por apresentar o maior número de características diacríticas semelhantes a *A. solitaria*, de acordo com a descrição de Komárek & Zapomelová (2008).

As maiores riquezas de Cyanobacteria (12, 11 e 10 espécies) foram registradas em dois pesqueiros, P27 (período chuvoso) e P16 (períodos chuvoso e de seca), respectivamente (Tab.2). Este fato provavelmente está relacionado às condições de manejo empregadas

em cada um dos pesqueiros, conforme discutido por Gentil (2007). Este autor não registrou associação estatisticamente significativa entre a comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais, para os mesmos pesqueiros estudados e no mesmo período.

Dos 23 táxons identificados, 22% foram considerados frequentes, 35% pouco frequentes e 43% raros. *Aphanocapsa annulata*, *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa incerta*, *Aphanocapsa holsatica* e *Microcystis aeruginosa* foram as espécies que estiveram presentes em sete dos dez dos pesqueiros estudados (Tab. 2).

Nos dez pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, 60% das cianobactérias identificadas corresponderam a Chroococcales coloniais, o que concorda com Komárek (2003), que considera este grupo de cianobactérias comum em ambientes meso e eutróficos. *Aphanocapsa* e *Microcystis* foram os gêneros mais representativos, com cinco e quatro táxons, respectivamente. Resultados semelhantes também foram registrados por Sant'Anna *et al.* (2006a).

**Tabela 2** – Frequência de ocorrência das espécies de Cyanobacteria encontradas nos pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, nos dois períodos de estudo (P: pesqueiros, C: período chuvoso, S: período de seca, F: frequente, PF: pouco frequente, R: raro).  
**Table 2** – Frequency of species of Cyanobacteria found in the fishing ponds from the São Paulo Metropolitan Region, in two study periods (P: fishing ponds, C: rainy period, S: dry period, F: frequent, PF: infrequent, R: rare).

Táxons	P 8		P 9		P 10		P 11		P 14		P 16		P 18		P 25		P 27		P 30		Frequency
	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	%
<i>Aphanocapsa annulata</i>			x	x	x	x					x	x	x	x	x	x					F - 50
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>			x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	F - 70
<i>Aphanocapsa holsatica</i>	x				x		x	x			x	x			x	x	x		x		F - 50
<i>Aphanocapsa incerta</i>	x		x	x	x	x			x	x				x			x		x	x	F - 65
<i>Aphanocapsa koordersii</i>			x												x	x			x		PF - 20
<i>Chroococcus dispersus</i>							x	x	x	x		x	x								PF - 30
<i>Coelosphaerium evidenter-marginatum</i>	x										x	x					x				PF - 20
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	x	x	x	x	x	x				x	x	x					x				F - 50
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>												x									R - 5
<i>Dolichospermum solitarium</i>	x										x										R - 10
<i>Geitlerinema amphibium</i>									x	x											R - 10
<i>Leptolyngbya angustissima</i>					x				x										x		R - 15
<i>Microcystis aeruginosa</i>				x		x					x	x	x	x	x	x	x	x			PF - 45
<i>Microcystis panniformis</i>														x	x	x					R - 15
<i>Microcystis protocystis</i>			x	x					x	x	x			x	x	x					PF - 40
<i>Microcystis wesenbergii</i>			x				x	x	x	x	x	x	x								PF - 40
<i>Phormidium formosum</i>							x														R - 10

Táxons	P8		P9		P10		P11		P14		P16		P18		P25		P27		P30		Frequency
	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	%
<i>Planktolyngbya contorta</i>									x	x								x	x		PF - 20
<i>Planktothrix isothrix</i>														x				x			R - 10
<i>Pseudanabaena galeata</i>										x											R - 5
<i>Pseudanabaena mucicola</i>						x					x										R - 10
<i>Radiocystis fernandoi</i>							x	x			x	x									PF - 20
<i>Sphaerocavum brasiliense</i>															x	x	x				R - 15
Total	5	2	7	6	5	4	7	4	7	8	11	10	6	4	8	7	12	3	5	1	

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, a bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo nº 01/04081-8), o financiamento do projeto; à equipe de coleta do Instituto de Pesca da Secretaria de Abastecimento de São Paulo e ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica (IBt, SP).

## Referências

- Azevedo, M.T.P. & Sant'Anna, C.L. 1999. *Coelosphaerium evidenter-marginatum*, a new planktonic species of Cyanophyceae/ Cyanobacteria from São Paulo State, South eastern Brazil. *Algological Studies* 94:35-43.
- Biolo, S. & Rodrigues, L. 2011. Composição de algas perifíticas (exceto Bacillariophyceae) em distintos substratos naturais de um ambiente semilótico, planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 307-319.
- Bittencourt-Oliveira, M.C.; Moura, A.N.; Oliveira, M.C. & Massola Jr., N.S. 2009. *Geitlerinema* species (Oscillatoriales, Cyanobacteria) revealed by cellular morphology, ultrastructure, and DNA sequencing. *Journal of Phycology* 45: 716-725.
- Borges, P.A.F.; Train, S. & Rodrigues, L.C. 2008. Estrutura do fitoplâncton, em curto período de tempo, em um braço do reservatório de Rosana (ribeirão do Corvo, Paraná, Brasil). *Acta Scientiarum Biological Science* 30: 57-65.
- Castro, P.M.G.; Maruyama, L.S.; Menezes, L.C.B. & Mercante, C.T.J. 2006. Perspectiva da atividade de pesqueiros no Alto Tietê: contribuição à classe de usos múltiplos da água. *Boletim do Instituto de Pesca* 32: 1-14.
- CETESB. 2001. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo. 232p.
- CETESB. 2002. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo. 269p.
- Delazari-Barroso, A.D.; Sant'Anna, C.L. & Senna, P.A.C. 2007. Phytoplankton from Duas Bocas reservoir, Espírito Santo state, Brazil (except diatoms). *Hoehnea* 34: 211-229.
- Eler, M.N. & Espíndola, E.L.G. 2006. Avaliação dos impactos de pesque-pague: uma análise da atividade na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. Rima, São Carlos. 294p.
- Esteves, K.E. & Sant'Anna, C.L. 2006. Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo. Rima, São Paulo. 226p.
- Ferragut, C.; Lopes, M.R.M.; Bicudo, C.E.M. & Vercelino, I.S. 2005. Ficoflórua perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do I.A.G, São Paulo). *Hoehnea* 32: 137-184.
- Gentil, R.C. 2007. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: seca e chuva. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo. 186p.
- Hoffmann, L.; Komárek, J. & Kastovský, J. 2005. System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) – state in 2004. *Algological Studies* 117: 95-115.
- Honda, R.Y. & Azevedo, M.T.P. 2004. Estudos taxonômicos em culturas de Cyanobacteria provenientes de um reservatório oligotrófico no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Hoehnea* 31: 151-169.
- Johansen, J.R.; Olsen C.E.; Lowe, R.L.; Fucikova, K. & Casamata, A.D. 2008. *Leptolyngbya* species from selected seep walls in the great Smoky Mountains National Park. *Algological Studies* 126: 21-36.
- Kitamura, P.C.; Lopes, R.B.; Castro Jr., F.G. & Queiroz, J.F. 1999. Avaliação ambiental e econômica dos lagos de pesca esportiva na Bacia do Rio Piracicaba. *Boletim Industrial Animal* 56: 95-107.

- Komárek, J. 2003. Coccoid and colonial Cyanobacteria. *In*: Wehr, J.D. & Sheath, R.G. (eds.). Freshwater algae of North America: ecology and classification. Elsevier, San Diego. Pp. 59-116.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota, 1: Teil Chroococcales. *In*: Ettl, H.; Gärtner, G.; Heying, H. & Möllenhauer, D. (eds). Süßwasserflora von Mitteleuropa 19. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Pp. 1-548.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota, 2: Teil: Oscillatoriales. *In*: Büdel, B.; Krienitz, L.; Gardner, G. & Schagerl, M. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Elsevier, München. Pp.1-759.
- Komárek, J. & Komárková-Legnerová, J. 1993. *Radiocystis fernandoi*, a new planktic cyanoprokaryotic species from tropical freshwater reservoirs. *Preslia* 65: 355-357.
- Komárek, J.; Komárková-Legnerová, J.; Sant'Anna, C.L.; Azevedo, M.T.P. & Senna, P.A.C. 2002. Two common *Microcystis* species (Chroococcales, Cyanobacteria) from tropical America, including *M. panniformis* sp. nov. *Cryptogamie Algologie* 23: 159-177.
- Komárek, J. & Zapomelová, E. 2008. Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum*-2 part: straight types. *Fottea* 8: 1-14.
- Komárková-Legnerová, J. & Eloranta, P. 1992. Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from central Finland (Jyväskylä region) with special reference of the genus *Anabaena*. *Algological Studies* 67: 103-133.
- Martins, M.; Branco, L.H.Z. & Werner, V.R. 2012. Cyanobacteria from coastal lagoons of Southern Brazil: coccoid organisms. *Brazilian Journal of Botany* 35: 31-48.
- Matsuzaki, M.; Mucci, J.L.N. & Rocha, A.A. 2004. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. *Revista de Saúde Pública* 38: 679-686.
- McGregor, G.B. 2007. Freshwater Cyanoprokaryota of North-Eastern Australia I: Oscillatoriales. *Flora of Australia Supplementary. Australian Biological Resources Study, Canberra*. Pp. 1-124.
- McGregor, G.B.; Fabbro, L.D. & Lobbegeiger, J.S. 2007. Freshwater planktic Chroococcales (Cyanoprokaryota) from North-Eastern Australia: a morphological evaluation. *Nova Hedwigia* 84: 299-331.
- Mercante, C.T.J.; Costa, S.V.; Silva, D.; Cibanca, M.A.A. & Esteves, K.E. 2005. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). *Acta Scientiarum Biological Sciences* 27: 1-7.
- Mercante, C.T.J.; Silva, D. & Costa, S.V. 2006. Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo por meio do uso de variáveis abióticas e clorofila. *In*: Esteves, K.E. & Sant'Anna, C.L. (orgs.). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo. Rima, São Paulo. Pp. 37-48.
- Moustaka-Gouni, M.; Kormas, K.A.; Vardaka, E.; Katsiapi, M. & Gkelis, S. 2009. *Raphidiopsis mediterranea* Skuja represents non-heterocytous life-cycle stages of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosynska) Seenaya et Subba Raju in lake Kastoria (Greece), its type locality: evidence by morphological and phylogenetic analysis. *Harmful Algae* 8: 864-872.
- Nogueira, I.S.; Gama Jr., W.A. & D'Alessandro, E.B. 2011. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 575-592.
- Oliveira, L.H. & Fukushima, S.E. 1998. Sistema integrado de gestão: o caso dos pesqueiros da região da Grande São Paulo. *Revista da Universidade de Alfenas* 4: 217-224.
- Peres, A.C. & Senna, P.A.C. 1998. Cyanophyceae da Lagoa do Diogo, planície de inundação do rio Mogi-Guaçu, Estação Ecológica do Jataí, estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 2: 195-214.
- Presotto, A. & Cibanca, M.A.A. 2006. Caracterização das áreas de localização de 30 pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. *In*: Esteves, K.E. & Sant'Anna, C.L. (orgs.). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo. Rima, São Paulo. Pp. 49-62.
- Sant'Anna, C.L.; Azevedo, M.T.P.; Senna, P.A.C.; Komárek, J. & Komárková, J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 213-227.
- Sant'Anna, C.L.; Gentil, R.C. & Silva, D. 2006a. Comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo. *In*: Esteves, K.E. & Sant'Anna, C.L. (orgs.). Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo. Rima, São Paulo. Pp. 49-62.
- Sant'Anna, C.L.; Branco, L.H.Z. & Azevedo, M.T.P. 2006b. Cyanophyceae/Cyanobacteria. *In*: Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. (eds.). Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2ª ed. Rima, São Carlos. Pp. 19-82.
- Sant'Anna, C.L.; Azevedo, M.T.P.; Werner, V.R.; Dogo, C.R.; Rios, F.R. & Carvalho, L.R. 2008. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. *Algological Studies* 126: 249-263.
- Sant'Anna, C.L.; Melcher, S.S.; Carvalho, M.C.; Gemelgo, M.P. & Azevedo, M.T.P. 2007. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasileira Botânica* 30: 1-15.
- Tucci, A.; Sant'Anna, C.L.; Gentil, R.C. & Azevedo, M.T.P. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea* 33: 147-175.

- Uherkovich, G. 1981. Algen aus einigen gewässer Amazoniens. *Amazoniana* 7: 191-219.
- Wacklin, P.; Hoffmann, L. & Komárek, J. 2009. Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) comb. nova. *Fottea* 9: 59-64.
- Zapomelová, E.; Jezberová, J.; Hrouzek, P.; Hisem, D.; Rehaková, K. & Komarková, J. 2010. Polyphasic characterization of three strains of *Anabaena reniformis* and *Aphanizomenon aphanizomenoides* (Cyanobacteria) and their reclassification to *Sphaerospermum* gen. nov. (incl. *Anabaena kisseleviana*). *Journal of Phycology* 46: 415.