

Riqueza dos fungos ingoldianos e aquáticos facultativos no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil

Iracema Helena Schoenlein-Crusius^{1,3}, Carolina Gasch Moreira¹, Juliana Possato Takahashi¹ e Eduardo Pereira Cabral Gomes²

Recebido: 4.06.2013; aceite: 2.10.2013

ABSTRACT - (Richness of ingoldian and facultative aquatic fungi in Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, Brazil). Ten samples of submerged mixed leaves were collected monthly from March 2007 to June 2009 on the margins of five sites in three lakes at Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil. Some abiotic variables were concomitantly measured. At the laboratory, the leaves were washed, fractionated into aliquots (1 cm²), incubated in sterile distilled water for 30 days at 22 °C, and microscopically analysed. Twenty-seven fungal taxa were obtained, being 15 ingoldian and 12 facultatives, with predominance of *Lunulospora curvula* Ingold, *Triscelophorus monosporus* Ingold, *Tripospermum myrtii* (Lind.) S. J. Hughes, *Anguillospora longissima* (Sacc. et Syd.) Ingold, and *Triscelophorus acuminatus* Nawawi. ANOSIM analysis revealed that samples taken from several collection sites in different seasons presented more differences than collection sites sampled in the same season. The intense siltation of one sampling site, located immediately after a flotation unit, almost annihilates the improved abiotic conditions, encouraging careful monitoring to maintain the water quality at the entire park.

Keywords: aquatic mycota, freshwater fungi, reservoirs, urban waters

RESUMO - (Riqueza dos fungos ingoldianos e aquáticos facultativos no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil). No Parque Municipal do Ibirapuera em São Paulo, SP, Brasil, 10 amostras de folheto submerso misto foram coletadas mensalmente de março de 2007 a junho de 2009, às margens de cinco locais em três lagos, concomitantemente à medição de algumas variáveis abióticas. No laboratório as folhas foram lavadas, fracionadas em alíquotas (1 cm²), incubadas em água destilada esterilizada a 22 °C durante 30 dias e analisadas microscopicamente. Vinte e sete táxons de fungos foram obtidos, sendo 15 de fungos ingoldianos e 12 aquáticos facultativos, com predomínio de *Lunulospora curvula* Ingold, *Triscelophorus monosporus* Ingold, *Tripospermum myrtii* (Lind.) S. J. Hughes, *Anguillospora longissima* (Sacc. et Syd.) Ingold e *Triscelophorus acuminatus* Nawawi. A análise ANOSIM revelou que amostras de locais de coleta em diferentes estações divergiram mais do que entre locais de coleta na mesma estação climática. O intenso assoreamento do local de coleta situado imediatamente após a unidade de flotação quase aniquilou a melhoria das condições abióticas, encorajando o monitoramento cuidadoso para manter a qualidade da água em todo parque.

Palavras-chave: águas urbanas, fungos de águas continentais, micota aquática, reservatórios

Introdução

O Parque municipal do Ibirapuera, inaugurado em agosto de 1954, localiza-se na Vila Mariana, região sul do município de São Paulo, SP, Brasil e constitui uma das áreas verdes e de lazer de maior importância para a população paulistana (Centro de Pesquisas de História Natural 1988). Como um dos principais componentes do projeto paisagístico assinado por Burle Marx e Augusto Teixeira Mendes, três grandes

lagos se estendem dentro de uma área de 1.584.000 m², formados a partir da captação da água do Córrego do Sapateiro.

Desde 2006, a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo está revitalizando os lagos do Parque Ibirapuera e despoluindo principalmente o Córrego do Sapateiro, que é o principal afluente, identificando as fontes de poluição das águas e promovendo o desenvolvimento de estudos, em conjunto com instituições de pesquisa

1. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Micologia, Caixa Postal 68041, 04045-972 São Paulo, SP, Brasil
2. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ecologia, Caixa Postal 68041, 04045-972 São Paulo, SP, Brasil
3. Autor para correspondência: iracema@crusius.com.br

e entidades ambientalistas, para estabelecer padrões de qualidade da água para lagos urbanos (Prefeitura de São Paulo 2006). Fez parte desta iniciativa a instalação de uma unidade de tratamento da água do Córrego do Sapateiro pelo processo da flotação. Há dados abióticos medidos regularmente para fins de monitoramento específico do processo, mas ainda os dados abióticos básicos como temperatura, pH e oxigênio das águas dos lagos ainda são escassos e esparsos.

Com relação aos microrganismos, os estudos ainda são incipientes. Em 2008, Takahashi *et al.* (2012) coletaram amostras de água em locais antes e após a estação de flotação durante alguns meses na época chuvosa e na época seca. Nos dois locais de coleta, o número de coliformes totais e fecais foi predominantemente maior que 8 NMP/dL durante o período de estudo. No total foram obtidos 30 táxons de fungos, distribuídos em 141 ocorrências, sendo que de acordo com os índices de similaridade, as micotas dos dois locais de coleta diferiram consideravelmente, apesar da semelhança entre o número de táxons e de ocorrências. Das 85 culturas de fungos testadas quanto ao potencial patogênico, 21 linhagens (25%) apresentaram positividade. Concluiu-se que provavelmente o tratamento por flotação da água influi sobre a diversidade dos geofungos, porém não necessariamente sobre o número de táxons e sobre a potencialidade patogênica dos mesmos.

Os resultados encontrados por Takahashi *et al.* (2012) indicam que o tratamento por flotação do Córrego do Sapateiro cumpre o seu papel de tornar a água mais límpida, com maiores teores de oxigênio dissolvido, sem no entanto, causar um decréscimo drástico na diversidade dos fungos. A existência de micota rica e diversificada de geofungos no Córrego do Sapateiro é importante para a ciclagem de matéria orgânica alóctone, mantendo a capacidade de autodepuração do sistema, o que por sua vez é benéfico para a sua recuperação e conservação.

Além dos geofungos, na mesma época e locais de coleta foi realizado o levantamento dos organismos zoospóricos, em amostras de água e também de solo, verificando-se leve redução do número de táxons nos locais após o tratamento da água do Córrego do Sapateiro (Costa 2009). É questionável se resultados semelhantes poderiam ser esperados com relação a outros grupos de fungos, tais como os aquáticos facultativos e os ingoldianos, que juntamente com

os organismos zoospóricos compõem a micota tipicamente aquática, por ter no seu ciclo de vida pelo menos uma fase que se desenvolve somente na água.

Os fungos aquáticos facultativos são representados por um conjunto heterogêneo de fungos conidiais que colonizam material vegetal submerso. Algumas espécies podem esporular em condições submersas, mas a maioria esporula densamente se os substratos entrarem em contato com o ar e permanecerem fora d'água por algum período. Seus conídios possuem formas regulares, i.e. ovoides, cilíndricos, obclavados, piriformes, fusiformes e ramificados, e podem ser dispersos pelo vento ou movimentação da água (Goh & Hyde 1996).

Os fungos ingoldianos, assim denominados em homenagem ao pioneiro Prof. Dr. C.T. Ingold, são anamórficos, possuem conídios estrelados ou sigmóides hidrodinâmicos e, por dependerem da água para se reproduzirem assexuadamente. A eles têm sido atribuído o papel de grande relevância na decomposição e transformação de folhas e outros substratos alóctones, principalmente nos sistemas lóticos (Tsui & Hyde 2003). Os fungos ingoldianos geralmente são encontrados em córregos ou riachos com águas límpidas, bem aeradas, moderadamente turbulentas, estando os seus conídios dispersos nas espumas ou associados a substratos orgânicos em decomposição (Ingold 1975). Entretanto, estudos mais recentes têm revelado que alguns fungos ingoldianos também podem ocorrer com grande diversidade em águas poluídas ou com propriedades limnológicas distantes das consideradas ideais (Au *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009). A riqueza dos fungos ingoldianos tem sido utilizada como indicador do estado de conservação do ambiente aquático (Gessner *et al.* 1991), justificando os estudos que visam ampliar o conhecimento da sua diversidade em águas urbanas.

O presente estudo revela pela primeira vez a riqueza dos fungos ingoldianos e dos fungos aquáticos facultativos associados ao folheto misto submerso nas águas do Parque Municipal do Ibirapuera e apresenta alguns dados abióticos medidos nos corpos d'água no período de maio de 2007 a junho de 2009 para fins de documentação histórica.

Material e métodos

Em março de 2007 foram estabelecidos os locais de coleta no Parque Municipal do Ibirapuera: local 1 (Córrego do Sapateiro, antes da estação de flotação, S23°35'40,5", W046°39'19,8"); local 2

(Córrego do Sapateiro, após a estação de flotação, S23°35'41,4", W046°39'29,0"); local 3 (início do primeiro lago, após a estação de flotação, S23°35'32,5", W046°39'48,5"); local 4 (lago na frente do viveiro de aves, S23°35'32,4", W046°39'49,5") e local 5 (lago na frente da Assembléia Legislativa, S23°34'84,9", W046°39'71,4").

Coletas e isolamento dos fungos ingoldianos - De março de 2007 a junho de 2009 foram coletadas duas amostras de folhas mistas em decomposição (aproximadamente 50 g), submersas às margens dos corpos d'água, numa profundidade de até 20 cm, perfazendo a tomada de seis a 10 amostras mensais no período total de 24 meses.

No laboratório, as folhas coletadas foram inicialmente lavadas sob água corrente para retirada de detritos da superfície e em seguida foram acomodadas em placas-de-Petri contendo água destilada esterilizada e deixadas a temperatura ao redor de 22 °C, tal como descrito por Ingold (1975) e na maioria dos estudos conduzidos sobre estes fungos no Brasil (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003, Schoenlein-Crusius & Malosso 2007). Como o ciclo de vida de algumas espécies é bastante acelerado, houve necessidade de se observar as colônias periodicamente a partir do quinto dia até o 30º dia de incubação, acompanhando principalmente a formação dos conídios, cujas características regem primordialmente a classificação desses fungos. As amostras de folheto submerso coletado no Parque contiveram grande quantidade de folhas de *Eucalyptus* e por representante da família Melastomataceae, como *Tibouchina pulchra* Cogn.(quaresmeira), além de outros substratos cuja procedência foi difícil de identificar devido ao grau de decomposição.

Medição de variáveis abióticas e dados meteorológicos - Para monitorar as condições da água no momento da coleta para detectar eventuais condições limitantes para os fungos, foram medidos alguns parâmetros abióticos da água dos locais de coleta, tais como a temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH com auxílio de equipamento multisonda modelo U₁₀ da Horiba.

Os dados meteorológicos de precipitação pluviométrica (mm), número de dias chuvosos, temperaturas médias mensais e umidade relativa (%) durante o período de estudo foram fornecidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo.

Com o objetivo de padronizar a classificação dos meses em época chuvosa/seca e quente/fria, considerou-se chuvoso o mês que apresenta acúmulo de chuvas maior que 100 mm e seca abaixo desse valor. Temperaturas maiores que 20 °C caracterizaram meses mais quentes e abaixo desse valor, meses mais frios. Este critério baseou-se nas médias históricas das épocas climáticas chuvosas/quentes e secas/frias registradas em São Paulo.

Identificação dos táxons de fungos ingoldianos e fungos facultativos - A identificação foi conduzida com base no preparo de lâminas para observação de características de valor taxonômico ao microscópio óptico e consulta a chaves de identificação específicas (Nilsson 1964, Ingold 1975, Marvanová 1997). Lâminas semi-permanentes foram montadas com auxílio de resina de álcool polivinílica para fins de preservação e documentação.

Tratamento estatístico dos dados - Como os dados não preenchem os requisitos de normalidade e homogeneidade da variância para a aplicação de um teste de Análise de Variância paramétrica, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. As diferenças entre locais foram avaliadas par a par pelo teste de Mann-Whitney. Foi feita a correção de Šidák (1967) para os valores de significância limites.

A riqueza de espécies de fungos foi estimada por rarefação de maneira a controlar as diferenças entre os locais e coletas (Colwell *et al.* 2012), usando o programa PCOrd 5.0 (McCune & Mefford 1999). Após os cálculos das médias de temperatura e precipitação dos meses de coleta estes foram separados em duas grandes estações: fria e seca (abaixo das médias de precipitação e temperatura) e quente e úmida. Uma única coleta, a 19ª apresentou-se como quente e seca e não foi incluída na ordenação. A partir destes foi construída uma matriz frequência de espécies × local e estação de coleta, a partir da qual a ordenação foi feita.

Para visualizar as relações entre os pontos de coleta, os dados dos cinco locais para cada estação foram ordenados por NMDS (“Non-metrical Multidimensional Scaling”), que consiste na obtenção da ordenação de um algoritmo interativo que envolve uma estimativa de ajuste (*goodness off it*) que é denominada de “*stress*”. Valores de estresse abaixo de 0,1 indicam uma excelente ordenação, entre 0,1 e 0,2 uma boa ordenação e acima de 0,2, uma ordenação que não difere de um padrão completamente aleatório

(Clarke 1993). A análise de similaridade (Analysis of Similarities, ANOSIM) foi utilizada para comparar a consistência dos grupos gerados na ordenação e as espécies que mais responderam a estes (Clarke 1993). O ANOSIM é um teste de significância entre dois ou mais grupos baseado em qualquer medida de distância. O algoritmo do ANOSIM gera 1001 atribuições aleatórias de cada espécie a cada local/estação e determina se a matriz de dissimilaridade gerada a partir dos dados, pelo índice de Bray-Curtis, é significativamente diferente daquelas geradas aleatoriamente. A correção de Bonferroni foi feita nas comparações múltiplas com ANOSIM (Rice 1989).

No caso de diferenças significativas detectadas pelo ANOSIM nos grupos produzidos pela ordenação, foi feita uma análise por Porcentagem de Similaridade (*Similarity Percentage*, SIMPER, Clarke 1993) para avaliar qual a contribuição de cada taxa para a diferença observada entre os grupos.

A ordenação por NMDS foi realizada no programa PCOrd5.0 e as análises de ANOSIM e SIMPER no programa PAST 1.17b (Hammer *et al.* 2001).

Para comparar a similaridade entre as micotas dos fungos ingoldianos, dos facultativos e da micota total nos diferentes locais de coleta foi utilizado o índice de similaridade de Sørensen, expresso em valores percentuais (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Resultados e discussão

Condições climáticas da cidade de São Paulo - Durante o presente período de estudo, a primeira época seca e fria ocorreu de maio/2007 a setembro/2007. Julho/2007 acumulou 160,9 mm de chuvas, o que caracterizou o mês como chuvoso, fato que é anormal nesta época (tabela 1). O mês de outubro/2007 apresentou tendência a ser chuvoso e com temperaturas mais elevadas. De novembro/2007 a fevereiro/2008 ocorreu uma época tipicamente chuvosa e quente. Em março/2008 o índice de chuvas acumuladas apresentou-se bastante reduzido, mantendo-se a temperatura, o que caracterizou este mês como seco e quente. Já no mês seguinte, abril/2008, a precipitação acumulada quase dobrou, caracterizando o mês como chuvoso e quente. De maio/2008 a setembro de 2008 ocorreu um período seco e frio e de outubro/2008 a março/2009, período chuvoso e quente. De abril/2009 a junho/2009 os meses caracterizaram-se como secos e frios. A umidade relativa do ar (%) acompanhou as flutuações da precipitação, variando entre 74,1% e 82,6% no período estudado (tabela 1).

As condições climáticas no período estudado são importantes porque em dias de chuvas muito intensas o sistema de flotação da estação de tratamento da SABESP é suspenso para evitar sobrecarga das grades. Durante o período estudado o sistema foi suspenso diversas vezes, mas nenhuma no mesmo dia ou no dia anterior às coletas.

Variáveis abióticas medidas nas águas durante as coletas - A tabela 2 apresenta os valores mínimos, máximos e médios das variáveis abióticas medidas nas águas do Parque. Na tabela 3 foram dispostos os dados obtidos pela análise estatística. Os números dispostos acima da diagonal expressam as probabilidades (teste de Mann-Whitney) de que não há diferença significativa entre as variáveis e os dispostos na diagonal abaixo dos valores de probabilidade corrigidos pela correção de Šidák (1967), considerando $p < 0,05$.

A temperatura da água nos locais de coleta acompanhou as flutuações climáticas, com a ocorrência dos valores mínimos (15,4-19,0 °C) em meses como junho, julho e setembro e máximos em fevereiro e março (24,2-27,7 °C).

Os valores médios da temperatura da água nos diferentes locais de coleta (tabela 2) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si (tabela 3). Os valores encontrados no Parque do Ibirapuera são compatíveis com os citados para outras águas urbanas. Temperaturas mínimas acima de 15 °C e máximas acima de 24 °C foram citadas por Wellbaum *et al.* (2007) para a Represa do Guarapiranga, por Gruppi (2008) no estudo das águas do Lago Central de Santo André (SP) e por Bicudo *et al.* (2002) e Schoenlein-Crusius *et al.* (2009) nos ambientes aquáticos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, SP.

Com exceção do local 5, os valores mínimos do pH (4,80-6,12) ocorreram no mês frio de junho de 2008, enquanto os maiores valores (7,54-8,90) não apresentaram tendência de ocorrerem exclusivamente em determinada época climática (tabela 2). Esta tendência mostra-se contrária ao que geralmente é citado para outros corpos d'água, cujo pH costuma apresentar-se menor nas épocas mais frias e secas (Tundisi & Tundisi 2008), tal como aconteceu nos lagos no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, em São Paulo (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Foram verificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) os locais 2 (6,92) e 5 (7,66), bem como entre 3 (6,90) e 5 (tabela 3). Pode-se considerar que o pH da água apresentou-se significativamente maior no local 5 (7,66) e menor nos locais 2 (6,92) e 3 (6,90). Embora não tenha sido verificada a densidade de algas

ou cianobactérias no local 5, existe a possibilidade de que uma maior atividade fotossintética, com decréscimo do gás carbônico livre tenha acarretado uma elevação dos valores do pH neste local, como descrito em literatura (Esteves 1988).

Ainda assim, considerando o pH equivalente a 7,0 como valor de referência para ser considerado neutro, as águas do Parque do Ibirapuera apresentam

a tendência de serem mais ácidas do que as de outras águas urbanas. Apolinário (1984) encontrou águas com valores de pH com tendência de variarem predominantemente de ácidas para neutras na Represa do Ribeirão do Campo e no Rio Cubatão. Também no município de Cubatão, Pires-Zottarelli (1999) encontrou variações semelhantes no Rio Moji e no Rio Pilões. No Parque Estadual das Fontes do Ipiranga,

Tabela 1. Precipitação total mensal (mm), número de dias chuvosos por mês, temperatura média mensal, umidade relativa do ar e épocas climáticas no período de maio de 2007 a junho de 2009. Dados fornecidos pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo.

Table 1. Total monthly rainfall (mm), number of rainy days per month, average monthly temperature, air humidity, and climatic types during the period of May 2007 to June 2009. Data provided by Institute of Astronomy and Geophysics, University of São Paulo.

Número das coletas	Meses	Precipitação mensal total (mm)	Número de dias chuvosos/mês	Temperatura média mensal do ar °C	Umidade Relativa do ar (%)	Época climática
2007						
1 ^a	Maio	53,9	12	16,9	81,5	seca e fria
dado extra	Junho	25,9	3	17,3	76,2	seca e fria
2 ^a	Julho	160,9	10	15,3	78,9	chuvosa e fria
3 ^a	Agosto	0,7	4	17,0	75,1	seca e fria
dado extra	Setembro	3,7	8	19,1	74,1	seca e fria
4 ^a	Outubro	95,8	17	20,1	79,2	seca e quente
5 ^a	Novembro	122,5	18	20,0	80,3	chuvosa e quente
6 ^a	Dezembro	197,8	15	21,7	80,2	chuvosa e quente
2008						
7 ^a	Janeiro	263,2	20	21,1	82,2	chuvosa e quente
8 ^a	Fevereiro	218,7	19	22,1	82,2	chuvosa e quente
9 ^a	Março	74,6	14	21,5	79,9	seca e quente
10 ^a	Abril	121,8	17	20,2	82,0	chuvosa e quente
11 ^a	Maio	56,9	6	16,8	78,1	seca e fria
12 ^a	Junho	73,5	7	16,4	81,7	seca e fria
13 ^a	Julho	0,4	3	16,1	73,9	seca e fria
14 ^a	Agosto	88,8	12	17,6	78,4	seca e fria
15 ^a	Setembro	42,0	12	17,0	78,6	seca e fria
16 ^a	Outubro	145,6	19	20,0	81,7	chuvosa e quente
17 ^a	Novembro	112,8	14	20,0	81,9	chuvosa e quente
18 ^a	Dezembro	256,3	14	20,3	80,3	chuvosa e quente
2009						
19 ^a	Janeiro	233,9	23	21,6	82,2	chuvosa e quente
20 ^a	Fevereiro	219,2	20	22,9	82,2	chuvosa e quente
21 ^a coleta	Março	245,9	18	22,4	81,7	chuvosa e quente
22 ^a coleta	Abril	52,3	13	19,5	82,6	seca e fria
23 ^a coleta	Maio	56,2	13	18,4	80,7	seca e fria
24 ^o . coleta	Junho	41,7	9	14,8	81,2	seca e fria

Tabela 2. Valores mínimos, máximos e médios das variáveis abióticas medidas nas águas do Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, no período de maio de 2007 a junho de 2009.

Table 2. Minimum, maximum and mean values of the abiotic parameters measured in the waters of the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil, from May 2007 to June 2009.

Locais	Valores		
	Mínimos	Máximos	Médios
Temperatura (°C)			
1	19,0 (jul./07)	24,2 (fev./09)	21,7
2	18,5 (jul./07)	24,8 (fev./09)	21,8
3	15,4 (set./08)	24,5 (fev./09)	21,4
4	18,0 (jun./08)	27,7 (fev./09)	22,9
5	18,0 (jun./08)	27,0 (mar./07)	22,6
pH			
1	4,90 (jun./08)	8,87 (maio/08)	7,15
2	4,80 (jun./08)	7,54 (maio/09)	6,92
3	5,20 (jun./08)	7,58 (jul./07)	6,90
4	5,50 (jun./08)	8,60 (out./07)	7,19
5	6,12 (jul./07)	8,90 (ago./07)	7,66
Condutividade μScm^{-3}			
1	0,070 (dez./07)	0,359 (ago./07)	0,243
2	0,070 (dez./07)	0,412 (ago./07)	0,242
3	0,076 (maio/09)	0,429 (ago./08)	0,250
4	0,120 (jan. fev./08)	0,262 (out./07)	0,188
5	0,110 (fev./08)	0,232 (set./08)	0,164
Oxigênio ($\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$)			
1	0,90 (ago./07)	5,48 (jan./09)	3,39
2	0,85 (maio/07)	8,50 (jan./08)	6,16
3	0,70 (maio/07)	9,92 (jul./07)	2,68
4	0,62 (maio/07)	10,15 (abr./09)	5,55
5	0,60 (maio/07)	11,60 (abril/09)	6,69

este tipo de variação do pH foi encontrada nas águas do Lago do IAG e das Ninféias (Bicudo *et al.* 2002, Moreira 2006).

Particularmente no Parque do Ibirapuera, a observação de que as águas tendem a serem levemente ácidas concorda com os dados apresentados no relatório sobre a qualidade das águas referente ao período de setembro de 2004 a agosto de 2005 (Prefeitura do Município de São Paulo 2005). Com exceção de alguns valores de pH que se situaram abaixo de 6,0, o pH, a temperatura e a condutividade estão em conformidade com o que é esperado para águas da classe 4 pela Resolução CONAMA.

Os fungos, no geral, apresentam grande tolerância às variações de pH, porém podem apresentar melhor crescimento em pH neutro a ácido (Park 1972, Dix & Webster 1995).

Com exceção do local 3, cujas águas apresentaram valor mínimo de condutividade ($0,076 \mu\text{Scm}^{-3}$) em maio de 2009 e máximo ($0,429 \mu\text{Scm}^{-3}$) em agosto de 2009, os valores mínimos deste parâmetro ocorreram nos meses mais chuvosos e quentes como dezembro, janeiro e fevereiro, enquanto os maiores valores foram medidos nas épocas opostas, em agosto de 2007 e 2008 (tabela 2). Estes resultados não estão de acordo com a literatura, segundo a qual a alta condutividade e turbidez podem estar associadas à precipitação porque em períodos chuvosos pode haver elevação da concentração de sólidos suspensos, turbidez, cor aparente e cor verdadeira, já que a precipitação aumenta o escoamento superficial do solo, atuando como fator de alteração da qualidade da água. Consequentemente a maior quantidade de sólidos em suspensão na água deveria elevar a sua condutividade elétrica (Bassoi & Guazelli 2004).

Os valores médios da condutividade (tabela 2) foram estatisticamente significativamente diferentes entre os locais 2 ($0,242 \mu\text{Scm}^{-3}$) e 4 ($0,188 \mu\text{Scm}^{-3}$), 3 ($0,250 \mu\text{Scm}^{-3}$) e 4, 1 ($0,243 \mu\text{Scm}^{-3}$) e 5 ($0,164 \mu\text{Scm}^{-3}$), 2 e 5 e 3 e 5. A maior e a menor condutividade da água se apresentaram nos locais 5 e 3 respectivamente.

A condutividade das águas dos parques municipais estudados no presente estudo apresentou valores compatíveis com a literatura (Bicudo *et al.* 2002, Moreira 2006, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Os valores mínimos ($0,60\text{-}0,90 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$) do teor de oxigênio dissolvido apresentaram a tendência de ocorrerem em maio de 2007 e agosto de 2007, enquanto os valores máximos ($5,48\text{-}11,60 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$) não ocorreram nos mesmos ou meses de coleta próximos (tabela 2).

O teor de oxigênio dissolvido (tabela 2) apresentou valores médios estatisticamente diferentes entre os locais 1 ($3,39 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$) e 2 ($6,16 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$), 1 e 4 ($5,55 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$), 1 e 5 ($6,69 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$), 2 e 3 ($2,68 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$), 3 e 4 ($5,55 \text{mgO}_2\text{L}^{-1}$) e 3 e 5 (tabela 3). Uma das conhecidas vantagens do processo de flotação é a elevação do teor de oxigênio dissolvido na água, devido à microaeração. De fato, observa-se que do local 1 para o 2 o teor médio duplicou significativamente, mas no local 3 decresceu acentuadamente. Somente nos locais 4 e 5 os valores voltam a ser próximos aos do local 2 (tabela 2).

Com exceção de alguns valores criticamente baixos do oxigênio dissolvido nas águas de alguns

locais de coleta, isto é, abaixo de $2,0 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$, os teores são compatíveis com os usualmente citados na literatura, principalmente em ambientes urbanos, como por exemplo, o Lago das Ninféias e no Lago das Garças situados no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, em São Paulo (Bicudo *et al.* 2002, Moreira 2006, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Particularmente nas águas do Parque do Ibirapuera, os valores encontrados no presente estudo apresentaram a tendência de serem menores do que

os mencionados no relatório do Departamento de Áreas Verdes do Município de São Paulo (Prefeitura do Município de São Paulo 2005) referente ao monitoramento da qualidade da água dos anos de 2004 a 2005.

No Parque do Ibirapuera, entre os principais locais de coleta destacaram-se os locais 3 e o 5. No local 3 as águas procedentes da estação de flotação (local 2) fluem para o primeiro lago. Nesse local foram registrados os menores valores da temperatura,

Tabela.3. Teste de Kruskal Wallis comparando valores médios das variáveis abióticas medidas nas águas no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, de maio de 2007 a junho de 2009.

Tabela.3. Kruskal-Wallis test comparing mean values of abiotic parameters measured in the waters of the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo, São Paulo State, Brazil, from May 2007 to June 2009.

Temperatura						
	Local 1	Local 2	Local 3	Local 4	Local 5	Local 6
Local 1		0,629	0,3675	0,253	0,267	0,210
Local 2	1		0,6840	0,468	0,429	0,328
Local 3	1	1		0,800	0,717	0,489
Local 4	1	1	1		0,852	0,613
Local 5	1	1	1	1		0,750
Local 6	1	1	1	1	1	
pH						
	Local 1	Local 2	Local 3	Local 4	Local 5	Local 6
Local 1		0,807	0,070	0,345	0,496	0,784
Local 2	1		0,818	0,195	0,068	0,032*
Local 3	1	1		0,272	0,102	0,027*
Local 4	1	1	1		0,553	0,223
Local 5	1	1	1	1		0,422
Local 6	1	0,376	0,319	1	1	
Condutividade mScm^{-3}						
	Local 1	Local 2	Local 3	Local 4	Local 5	Local 6
Local 1		0,808	0,597	0,414	0,733	0,991
Local 2	1		0,558	0,269	0,612	0,982
Local 3	1	1		0,774	0,912	0,691
Local 4	1	1	1		0,612	0,440
Local 5	1	1	1	1		0,700
Local 6	1	1	1	1	1	
Oxigênio ($\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$)						
	Local 1	Local 2	Local 3	Local 4	Local 5	Local 6
Local 1		0,516	0,065	0,249	0,258	0,391
Local 2	1		0,073	0,482	0,895	0,085
Local 3	1	1		0,323	0,173	0,010*
Local 4	1	1	1		0,709	0,042*
Local 5	1	1	1	1		0,067
Local 6	1	1	0,119	0,494	1	

do pH e de oxigênio dissolvido, com alguns valores alarmantes, abaixo de $2,0 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$. Com exceção do mês de maio de 2007, quando a maioria dos teores de oxigênio dissolvido na água foi baixa, geralmente é o local 3 onde ocorrem os valores críticos.

A esta situação opõe-se a água do lago no local 5, que tendeu a apresentar maiores valores do pH e de oxigênio dissolvido e menores valores de condutividade. Apesar de a água ter as condições de oxigenação melhoradas por meio do processo de flotação, o parâmetro de maior destaque para o local 2 foi o teor de oxigênio dissolvido.

Os resultados encontrados no presente estudo indicam que o tratamento da água pelo processo de flotação cumpre de fato o papel de acrescentar maiores teores de oxigênio dissolvido. Porém as condições do local 3 são bastante desfavoráveis, a ponto de quase “aniquilar” os efeitos benéficos do tratamento, sendo que a água acaba tendo melhores condições de oxigenação, pH e condutividade somente no lago 5, que é um dos locais mais distantes do sistema de tratamento da água.

Diversidade da micota - No Parque Municipal do Ibirapuera foram identificados 27 táxons totais, distribuídos em 104 ocorrências. Foram obtidos 15 táxons de fungos ingoldianos e 12 táxons de fungos aquáticos facultativos (tabela 4). A curva acumulativa de taxa por esforço amostral (figura 1) não mostrou uma saturação.

Entre os fungos ingoldianos (tabela 4), os táxons predominantes foram *Lunulospora curvula* Ingold (15 ocorrências), *Triscelophorus monosporus* Ingold (10), *Tripospermum myrti* (Lind.) S. Hughes (sete), *Anguillospora crassa* Ingold (seis) e *Triscelophorus acuminatus* Nawawi (seis). Os demais táxons ocorreram esporadicamente. Estas espécies são consideradas bastante comuns nos levantamentos de fungos ingoldianos nos trópicos (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003, Schoenlein-Crusius & Malosso 2007).

No presente estudo foram isoladas *Anguillospora crassa*, *Anguillospora longissima* (Sacc. et P. Syd) Ingold e um representante do gênero, cuja identificação foi dificultada pela ausência de todas as características necessárias para confirmação da espécie. Trata-se de gênero muito comum nos levantamentos de fungos aquáticos em tipos de folhas e ambientes aquáticos tropicais (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003).

Espécies de *Anguillospora* foram isoladas anteriormente em folhas de *Ficus microcarpa* L. f. (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, *Quercus robur*

L. (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990), *Tibouchina pulchra* Cong. (Moreira 2006) submersas em lagos artificiais situados no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) em São Paulo; folhas de *Campomanesia phaea* (Berg.) Landrum submersas em um lago no Parque Municipal Alfredo Volpi (Dias, 2008); folheto misto coletado em diversos corpos d'água no cerrado paulista (Schoenlein-Crusius 2002), entre outros (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003) e na mata de planalto do PEFI (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Espécies de *Dendrospora* foram observadas em folhas submersas em Paranapiacaba, SP (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992) e em folheto misto coletado em diversos ambientes aquáticos no PEFI em São Paulo, SP (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

O gênero *Flagellospora* foi representado por um isolado cuja identificação não foi possível em nível de espécie. Isolados deste gênero já foram observados em folheto misto submerso coletado na Represa do Guarapiranga em São Paulo, SP e no Sistema do Rio Jacaré e Monjolinho em São Carlos, SP (Malosso 1999); em folhas de *T. pulchra* em um riacho em Paranapiacaba, SP (Moreira 2002), no cerrado paulista (Schoenlein-Crusius 2002) e em folheto submerso coletado no PEFI (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

As espécies de *Lunulospora* são bastante frequentes nos levantamentos de hifomicetos aquáticos

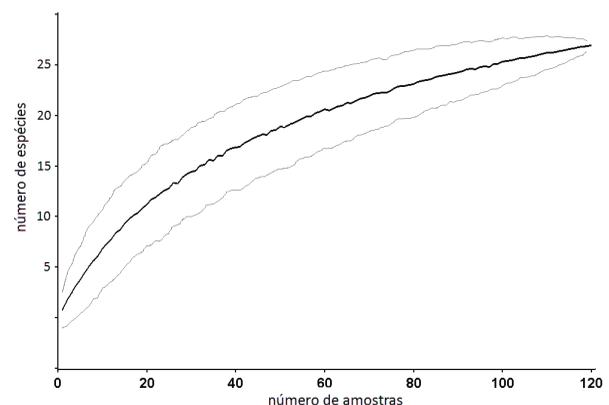


Figura 1. Curva de rarefação e respectivo intervalo de confiança (95%) para o número de táxons de fungos (ingoldianos e facultativos) registrados em função do esforço amostral no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil.

Figure 1. Rarefaction curve and respective confidence interval (95%) for the number of fungal taxa (ingoldian and facultative fungi) observed in function of the sampling effort in the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil.

Tabela 4. Ocorrências dos táxons de fungos ingoldianos e aquáticos facultativos observados no folheto misto submerso coletado nos cinco locais do Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, de maio de 2007 a junho de 2009 (meses de 1 a 24). O: soma das ocorrências dos táxons nos locais de coleta; P: soma das ocorrências totais dos táxons, independentemente dos meses de coleta.

Table 4. Occurrences of ingoldian and facultative aquatic fungi taxa observed in submerged mixed leaf litter collected from five sites in the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil, from May of 2007 to June of 2009 (months, from 1 to 24). O: sum of the occurrences of the taxa in the collection sites; P: total sum of the occurrences of the taxa, regardless of the collection months.

Táxons/ Locais de coleta	1	2	3	4	5	O	P
Fungos ingoldianos							
<i>Anguillospora crassa</i> Ingold	15	15		19	3,8,10	4	6
<i>Anguillospora longuíssima</i> (Sacc. et P. Syd.) Ingold				18	18	2	2
<i>Anguillospora</i> sp.	2	2			2	3	3
<i>Dendrospora</i> sp.		9				1	1
<i>Flagellospora</i> sp.					7	1	1
<i>Lunulospora curvula</i> Ingold	4,13	4,24	4,12	6, 12, 18,24	3,5,10, 12,18	5	15
<i>Margaritispota aquatica</i> Ingold	13	18	11			3	3
<i>Tetrachaetum elegans</i> Ingold	1			1		2	2
<i>Tetracladium marchalianum</i> De Wild.				13		1	1
<i>Tetracladium setigerum</i> (Grove) Ingold				12	12	1	2
<i>Tetraploa</i> sp.			17			1	1
<i>Tripospermum myrti</i> (Lind) S. Hughes	10,18,20	7,20		4	1	4	7
<i>Tripospermum</i> sp.	20	8,20,22				2	4
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi	9			9	5,8,9,10	3	6
<i>Triscelophorus monosporus</i> Ingold	3,9,19	3,19	19	22	1,3,10	5	10
Número total de táxons	9	8	4	9	9		
Número total de ocorrências (P)	14	13	5	12	20		
Fungos aquáticos facultativos							
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.				11		1	1
<i>Camposporium pellucidum</i> S. (Grove) Hughes	16,21	10,21	10,21	10,21	21	5	9
<i>Chloridium</i> sp.					18	1	1
<i>Cladosporium</i> sp.		14		23		2	2
<i>Cylindrocladium scoparium</i> Morgan	8,13,14	11	14,20	14	14	5	8
<i>Endophragmiella</i> sp.	18	15				2	2
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	6,21	5,21	21	21	21	5	7
<i>Fusarium graminum</i> Corda			6	23		2	2
<i>Fusarium oxysporum</i> E.F. Sm. & Swingle	15					1	1
<i>Gonytrichum</i> sp.					3	1	1
<i>Curvularia luneta</i> (Wakker) Boedijn			9			1	1
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	14		15,22	23		4	4
Número total de táxons	6	5	6	7	5		
Número total de ocorrências (P)	10	7	9	8	5		
Número total de táxons (fungos ingoldianos + facultativos)	15	13	10	16	14		
Número total de P (fungos ingoldianos + facultativos)	24	20	14	20	25		

nos trópicos (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003). *Lunulospora curvula* já foi observada sobre folhas de *F. microcarpa*, *Q. robur* (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992), *Alchornea triplinervia* (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998), *T. pulchra* (Moreira 2002) submersas em um riacho em Paranapiacaba, no município de Santo André, SP e em folhas de *C. phaea* por Dias (2008). Também foi observada em amostras de folheto misto coletadas no Parque Central de Santo André, SP (Gruppi 2008), também às margens da Represa do Guarapiranga (Malosso 1999) e recentemente foi isolada com grande frequência em folheto misto coletado no PEFI (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009). *Margaritispora aquatica* Ingold foi isolada de folhas de *T. pulchra* submersas em um riacho em Paranapiacaba (Moreira 2002) e de folheto misto coletado em águas do PEFI (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Tetrachaetum elegans Ingold já foi isolado de folhas de *F. microcarpa*, *Q. robur* e *A. triplinervia* submersas em um riacho em Paranapiacaba (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998), no PEFI, tanto em folhas de *F. microcarpa* (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989), quanto em amostras de folheto misto (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

No presente estudo ocorreu *Tetracladium marchalianum* De Wild., que é a primeira citação para o Brasil. Na América do Sul esta espécie já foi reportada no Chile e na Venezuela (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003). No presente estudo também está sendo registrada *Tetracladium setigerum* (Grove) Ingold, que já foi observado anteriormente em amostras de folheto misto coletadas no PEFI (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Tripospermum myrti e um isolado muito escuro de *Tripospermum* sp. representaram este gênero no presente estudo.

Triscelophorus monosporus Ingold já foi observado em diversos estudos realizados na mata atlântica e outras localidades, especialmente em Paranapiacaba, SP (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998, Moreira 2002); nos ambientes aquáticos de várias áreas de cerrado no Estado de São Paulo (Schoenlein-Crusius 2002) e no PEFI (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009). *Triscelophorus acuminatus* foi isolado de folheto misto coletado no Parque Central na cidade de Santo André, SP (Gruppi 2008). Embora *Tetraploa* não seja considerado um fungo ingoldiano típico, já tendo sido isolado de

folhas em decomposição de pau-brasil por Grandi & Silva (2006), a sua ocorrência nos estudos realizados nos ambientes aquáticos tem sido registrada com maior frequência. *Tetraploa aristata* Berk. & Broome foi observado em várias amostras de folheto misto coletadas por Gruppi (2008) no Parque Central em Santo André, SP.

Entre os fungos aquáticos facultativos (tabela 4), *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. tem sido frequentemente isolado de folheto em decomposição tanto no ambiente terrestre, onde é mais típico, como também de ambiente aquático. Schoenlein-Crusius & Milanez (1998) observaram o táxon em folhas de *A. triplinervia* em decomposição na Mata Atlântica de Paranapiacaba, Grandi & Silva (2006) em folhas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil); Dias (2008) observou o táxon em folhas de *Campomanesia phaea* submersas em um lago no Parque Municipal Alfredo Volpi e Gruppi (2008) o observou em folheto misto submerso em um lago no Parque Central no município de Santo André, SP.

Camposporium pellucidum (Grove) S. Hughes não é considerado um fungo ingoldiano típico, mas tem sido observado em diversos levantamentos de fungos associados a folhas em decomposição no ambiente aquático, destacando-se as folhas de *Quercus robur* (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990), *Alchornea triplinervia* (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992), folheto misto submerso coletado no cerrado (Schoenlein-Crusius, 2002) e no estágio inicial de decomposição das folhas de *Campomanesia phaea* submersas em um lago no Parque Alfredo Volpi (Dias 2008).

Chloridium foi encontrado anteriormente por Grandi & Gusmão (2002) em folhas de *Tibouchina pulchra* em Paranapiacaba, SP e por Marques *et al.* (2008) em substratos vegetais coletados na Bahia. *Cladosporium* está entre os gêneros mais bem sucedidos entre os fungos anamorfos, estando presentes em praticamente todos os tipos de ambientes naturais como folheto, solo, ar e água, além de substratos artificiais como tecidos, papéis e paredes de tijolos (Barnett & Hunter 1999).

Alguns fungos, quando inicialmente observados em determinados locais ou substratos, têm as suas ocorrências associadas ao tipo de ambiente. No caso de *Cylindrocladium*, por exemplo, apesar de ser considerado predominantemente terrestre (Barnett & Hunter 1999), a frequente observação do crescimento dos seus conidióforos sobre a superfície de folhas submersas em decomposição caracteriza algumas

de suas espécies como facultativas no ambiente aquático. *Cylindrocladium parvum* P.J. Anderson foi encontrado com frequência por Moreira (2006) em folhas de *T. pulchra* submersas no Lago das Ninfêias e por Fagundes (2008) em folhas de *C. echinata* submersas em um lago no Parque Municipal Alfredo Volpi. *Endophragmiella* sp. apresentou-se no presente trabalho, tendo sido observado também por Dias (2008) no estudo da sucessão fúngica em folhas de *C. phaea* submersas em um lago no Parque Alfredo Volpi. Também foi observado em substratos vegetais coletados na Serra da Jibóia, na Bahia, por Marques *et al.* (2008). O táxon consta na lista dos fungos anamorfos observados em levantamentos realizados na Mata Atlântica de Paranapiacaba, SP (Capelari *et al.* 2009).

Fusarium constitui um dos gêneros facultativos mais frequentes nos estudos sobre fungos em ambientes aquáticos, havendo diversas espécies observadas em amostras de água e de distintos substratos vegetais. *Fusarium oxysporum* E.F. Sm. & Swingle e *Fusarium gramineum* Corda, por exemplo, foram abundantemente isoladas de folhas de *A. triplinervia* em decomposição em um riacho na Mata Atlântica de Paranapiacaba (Schoenlein-Crusius & Milanez 1998), folhas de *T. pulchra* submersas em lagos no PEFI (Moreira 2006) e no folheto misto coletado de um lago no Parque Central de Santo André, SP (Gruppi, 2008).

Gonytrichum sp. (tabela 6) também é considerado gênero mais terrestre do que aquático, caracterizando-se como facultativo. A espécie *Gonytrichum macrocladum* (Sacc.) S. Hughes foi encontrada por Marques *et al.* (2008) na Mata Atlântica na Bahia.

Pestalotiopsis sp. e *Curvularia lunata* (Wakker) Boedjin, cujas ocorrências também foram registradas no presente estudo, já foram amplamente reportados em levantamentos de fungos em folheto no município de Cubatão (Schoenlein-Crusius *et al.* 2006), folheto misto submerso em um lago no Parque Central de Santo André, SP (Gruppi 2008) e das folhas de *T. pulchra* nos lagos do PEFI (Moreira 2006).

O número de táxons de fungos ingoldianos manteve-se em torno de nove na maioria dos locais de coleta, com exceção do local 3, no qual foram registrados somente quatro táxons (tabela 4). O número total de ocorrências seguiu a mesma tendência, porém no local 5 ocorreu o número máximo de ocorrências, correspondendo a 20. Já com relação aos fungos aquáticos facultativos, o número total de

táxons variou entre 5 e 7, com maior número registrado no local 4. Porém o maior número de ocorrências dos táxons de fungos aquáticos facultativos correspondeu a 10 e ocorreu no local 1, enquanto o menor-cinco foi registrado no local 5.

Somando o número total de táxons de fungos ingoldianos com o número total de táxons de fungos facultativos (tabela 4), verificou-se que o local 4 apresentou o maior número de táxons, correspondente a 16, enquanto o menor, 10, ocorreu no local 3, confirmando as condições desfavoráveis deste ambiente para os fungos. O menor número total de ocorrências, 14 também foi registrado neste local, enquanto no local 5 o número total de ocorrências foi o maior encontrado, correspondendo a 25. A observação de poucos táxons, porém com maior quantidade de ocorrências, tal como verificado no local 5, é típica em sistemas impactados, nos quais mecanismos competitivos e de sobrevivência às condições adversas resultam no estabelecimento de comunidades com menor diversidade, porém com elevado nível de proliferação.

De acordo com o índice de similaridade de Sørensen (tabela 5), entre os locais 1 e 2 foi verificada 82% de semelhança entre os fungos ingoldianos. Menor similaridade, correspondente a 31% foi verificada entre os locais 3 e o 4 e também o 5, o que indica a tendência do local 3 apresentar espécies diferentes das que ocorrem nos demais locais de coleta.

Comparando as micotas de fungos aquáticos facultativos entre os locais de coleta, verificou-se que o maior índice de similaridade de Sørensen (tabela 6), correspondente a 77% foi verificado entre os locais 3 e 4 e o menor, 50%, entre os locais 4 e 5.

Aplicando o índice de Sørensen à micota total (fungos ingoldianos e aquáticos facultativos), verificou-se a maior similaridade, correspondente a 78%, entre as micotas dos locais 1 e 2 e a menor, 42%, entre os locais 3 e 5 (tabela 7).

Com relação à periodicidade de ocorrência das espécies, o maior número de táxons de fungos ingoldianos (tabela 8) foi registrado em abril de 2008 (5 táxons com 5 ocorrências) e as ausências foram registradas em agosto de 2008, março e maio de 2009. O maior número de táxons e ocorrências dos fungos facultativos (tabela 8) ocorreu em agosto de 2008 (três táxons com seis ocorrências), em setembro de 2008 e em maio de 2009 (três táxons em três ocorrências). As ausências foram registradas em

maio, julho, agosto e outubro de 2007, em janeiro, abril, junho, outubro e novembro de 2008, janeiro e junho de 2009. Estas observações foram comprovadas estatisticamente. Separando a ocorrência dos táxons de fungos em grandes estações do ano: fria e seca (fs), quente e úmida (qs), e quente e seca foi produzido o diagrama de ordenação (figura 2, stress = 0,07). Uma estação fria e úmida apresentou apenas duas ocorrências (*Anguilospora* sp.) e não foi incluída na ordenação. O padrão de ordenação seguiu muito mais as estações do que os locais, isto é, amostras de pontos de coletas em estações diferentes diferiram mais do que entre pontos de coleta em uma mesma estação. O eixo 1 separou as coletas realizadas na estação quente e seca das demais enquanto o eixo 2 separou as coletas realizadas na estação fria e seca

Tabela 5. Valores percentuais dos índices de similaridade de Sørensen na comparação entre as espécies de Hyphomycetes aquáticos obtidas nos locais de coleta no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, de maio de 2007 a junho de 2009.

Table 5. Percentage values of Sørensen similarity index of the comparison between the species of aquatic Hyphomycetes obtained in the collection sites at the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil, from May 2007 to June 2009.

Locais	2	3	4	5
	82			
1		46	67	67
2		50	47	59
3			31	31
4				78

Tabela 6. Valores percentuais dos índices de similaridade de Sørensen na comparação entre as espécies de fungos aquáticos facultativos obtidos nos locais de coleta no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, de maio de 2007 a junho de 2009.

Table 6. Percentage values of Sørensen similarity index of the comparison between the species of facultative aquatic fungi obtained in the collection sites at the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil, from May 2007 to June 2009.

Locais	2	3	4	5
1	73	67	61	54
2		54	67	60
3			77	54
4				50

daquelas na estação quente e úmida. Cabe lembrar que na ordenação NMDS não há uma hierarquia entre os eixos de ordenação produzidos, isto é, o eixo 1 não explica mais a variabilidade dos dados do que o eixo 2 e assim por diante. A análise por ANOSIM mostrou que os três grupos indicados no gráfico da ordenação apresentaram diferenças significativas entre si. A análise por porcentagem de similaridade (SIMPER) mostrou que as espécies *Camposporium pellucidum* S. (Grove) Hughes, *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, *Cylindrocladium scoparium* Morgan, *Lunulospora curvula* Ingold, *Tripospermum myrti* (Lind) S. Hughes e *Triscelophorus acuminatus* Nawawi foram as que mais contribuíram para as diferenças entre os grupos detectados na ordenação (quente e seco vs. quente e úmido vs. frio e seco).

De acordo com Grandi & Gusmão (2002) os estudos sobre levantamentos de fungos conidiais a partir de folhas em decomposição utilizando a técnica de incubação em câmaras úmidas têm revelado que em média 22,5% dos fungos obtidos constituem novas referências para o país. Nos levantamentos específicos sobre hifomicetos aquáticos esta tendência também se confirmou inclusive em ambientes eutrofizados (Moreira 2006, Dias 2008, Fagundes 2008, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

No local 1, antes do tratamento da água pelo processo de flotação, foram observados 15 táxons de fungos (nove ingoldianos e seis facultativos), distribuídos em 24 ocorrências, com predomínio de *Tripospermum monosporus*, *T. myrti* e *C. scoparium* Morgan (tabela 4). Em julho de 2008 foram registrados três táxons (dois ingoldianos e um facultativo) e em oito meses não foi observada a ocorrência de fungos através das técnicas aqui propostas no período

Tabela 7. Valores percentuais dos índices de similaridade de Sørensen na comparação entre as micotas totais obtidas nos locais de coleta no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, de maio de 2007 a junho de 2009.

Table 7. Percentage values of Sørensen similarity index of the comparison between the mycota obtained in the collection sites in the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil, from May 2007 to June 2009.

Locais	2	3	4	5
1	78	56	64	62
2		52	55	59
3			54	42
4				67%

estudado (tabela 8). No local 2, após a flotação, foram observados 13 táxons (oito fungos ingoldianos e cinco facultativos), distribuídos em 20 ocorrências, com predomínio de uma espécie de *Tripospermum* mais escura do que já observado até o momento. A ocorrência dos fungos mostrou-se mais esporádica e em sete meses do experimento não foi observada a presença de fungos pelas técnicas utilizadas no presente estudo.

Pelos resultados encontrados, é provável que o processo de flotação altere a diversidade dos fungos ingoldianos e dos facultativos, mas não de forma drástica e irreversível.

Tendo em vista que o objetivo do tratamento de flotação não é o de tornar a água estéril ou potável, mas sim, o de torná-la menos turva e com melhores níveis de oxigenação, a persistência dos fungos ingoldianos e dos facultativos é benéfica, lembrando que estes fungos exercem relevante papel na ciclagem dos nutrientes e equilíbrio energético dos ambientes aquáticos. Pode-se supor que, se o local 3 não tivesse problemas de assoreamento e de poluição da forma como se encontrava na época deste estudo, as melhores condições abióticas das águas tratadas pelo processo de flotação poderiam dar suporte a uma diversidade bem maior de hifomicetos aquáticos e de

Tabela 8. Números de táxons e de ocorrências de fungos ingoldianos e facultativos observados em amostras de folheto misto submerso, coletadas mensalmente no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, de maio de 2007 a junho de 2009.

Table 8. Number of taxa and occurrences of ingoldian and facultative fungi observed in submerged leaf litter samples, collected monthly in the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil, from May 2007 to June 2009.

Meses	Coleta	Número de táxons de fungos		Total	Número de ocorrências de fungos		Total
		ingoldianos	facultativos		ingoldianos	facultativos	
2007							
Maio	1 ^a	3	0	3	4	0	4
Julho	2 ^a	1	0	1	3	0	3
Agosto	3 ^a	3	1	4	5	1	6
Outubro	4 ^a	2	0	2	4	0	4
Novembro	5 ^a	2	1	3	2	1	3
Dezembro	6 ^a	1	2	3	1	2	3
2008							
Janeiro	7 ^a	2	0	2	2	0	2
Fevereiro	8 ^a	3	1	4	3	1	4
Março	9 ^a	3	1	4	5	1	6
Abril	10 ^a	5	1	6	5	3	8
Maio	11 ^a	1	2	3	1	2	3
Junho	12 ^a	2	0	2	5	0	5
Julho	13 ^a	3	1	4	3	1	4
Agosto	14 ^a	0	3	3	0	6	6
Setembro	15 ^a	1	3	4	2	3	5
Outubro	16 ^a	0	1	1	0	1	1
Novembro	17 ^a	1	0	1	1	0	1
Dezembro	18 ^a	4	2	6	6	2	8
2009							
Janeiro	19 ^a	2	0	2	4	0	4
Fevereiro	20 ^a	2	1	3	4	1	5
Março	21 ^a	0	2	2	0	10	10
Abril	22 ^a	2	1	3	2	1	3
Maio	23 ^a	0	3	3	0	3	3
Junho	24 ^a	1	0	1	2	0	2

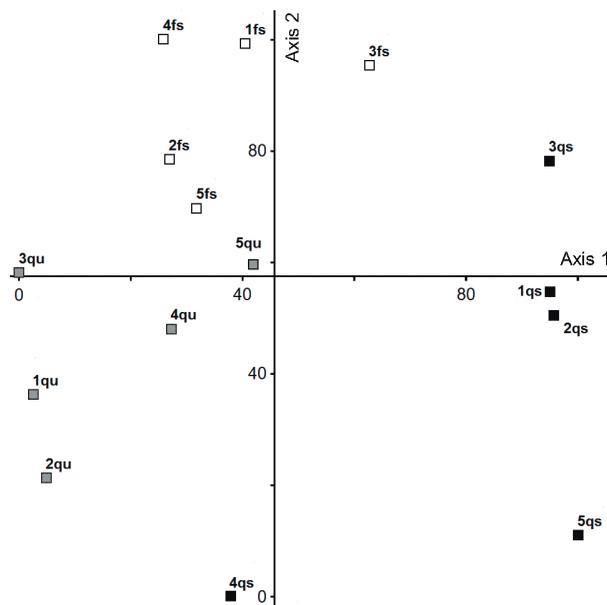


Figura 2. Ordenação pela análise ANOSIM das amostras de folheto misto coletadas nos ambientes aquáticos do Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil, na época fria e seca (fs), quente e seca (qs) e época quente e úmida (qu).

Figure 2. Ordering by ANOSIM analysis of mixed litter samples collected in aquatic environments of the Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, São Paulo State, Brazil, in the cold and dry season (fs), hot and dry (qs) and hot and humid season (qu).

fungos facultativos nos corpos d'água subsequentes localizados no parque. Estes resultados reforçam a necessidade de serem monitorados constantemente e cuidadosamente todos os reservatórios existentes no Parque para garantir a qualidade da água e consequentemente, a permanência de uma micota aquática rica e diversificada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Áreas Verdes da Prefeitura do Município de São Paulo, pela autorização e apoio à presente pesquisa e ao CNPq, pela bolsa de produtividade para a primeira autora (processo 306923/2006-8).

Literatura citada

Apolinário, M.E.S. 1984. Levantamento de leveduras e leveduróides de corpos d'água da região da grande São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

- Au, D.W.T., Hodkiss, I.J. & Vrijmoed, L.L.P.** 1992. Fungi and cellulolytic activity with decomposition of *Bauhinia purpurea* leaf litter in a polluted and unpolluted Hong Kong waterway. *Canadian Journal of Botany* 70: 1071-1079.
- Barnett, H.L. & Hunter, B.B.** 1999. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th ed., APS Press, Minnesota.
- Basso, L.J. & Guazelli, M.R.** 2004. Controle Ambiental da Água. In: A. Pilippi, M.A. Romério & G.C. Bruna. Curso de Gestão Ambiental. Editora Manole, São Paulo, pp. 52-99.
- Bicudo, D.C., Forti, M.C., Carmo, C.F., Bourotte, C., Forti, C.E.M., Melfi, A.J. & Lucas, Y.** 2002. A atmosfera, as águas superficiais e os reservatórios no PEFI: caracterização química. In: D.C. Bicudo, M.C. Forti & C.E.M. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 161-200.
- Capelari, M., Grandi, R.A.P., Gugliotta, A., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 2009. Fungos: diversidade. In: M.I.M.S. Lopes, M. Kirizawa & M.M.R.F. Melo (orgs.). Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, a antiga Estação Biológica do Alto da Serra. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, pp. 216-228.
- Centro de Pesquisas de História Natural.** 1988. Conheça o verde. Supervisão de Goro Hashimoto, CPHN, São Paulo, fascículos 1-15.
- Clarke, K.R.** 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Colwell, R.K., Chao, A., Gotelli, N.J., Lin, S-Y, Mao, C.X., Chazdon, R.L. & Longino, J.T.** 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5: 3-21.
- Costa, V.G.** 2009. Diversidade de organismos zoospóricos no Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo. Monografia de Bacharelado, Universidade São Camilo, São Paulo.
- Dias, A.I.** 2008. Avaliação da Velocidade de decomposição e da riqueza de Hyphomycetes aquáticos associados às folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (Cambuci) submersas em um lago artificial no Parque Municipal Alfredo Volpi, SP. Monografia de Bacharelado, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- Dix, N.J. & Webster, J.** 1995. Fungal Ecology. Chapman & Hall, Cambridge.
- Esteves, F.A.** 1998. Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência Ltda., Rio de Janeiro.

- Fagundes, J.C.** 2008. Avaliação da velocidade de decomposição e da riqueza de geofungos associados às folhas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) submersas em um lago artificial no Parque Municipal Alfredo Volpi, SP. Monografia de Bacharelado, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- Gessner, M.O., Bauchrowitz, M.A. & Escautier, M.** 1991. Extraction and quantification of ergosterol as a measure of fungal biomass in leaf litter. *Microbial Ecology* 22: 285-291.
- Goh, T.K.** 1997. Tropical Freshwater Hyphomycetes. In: K.D. Hyde (ed.). *Biodiversity of tropical microfungi*. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Goh, T.K. & Hyde, K.D.** 1996. Biodiversity of freshwater fungi. *Journal of Industrial Microbiology* 17: 328-345.
- Grandi, R.A.P. & Gusmão, L.F.P.** 2002. Hyphomycetes decompositores do folheto de *Tibouchina pulchra* Cogn. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 79-87.
- Grandi, R.A.P. & Silva, T.V.** 2006. Fungos anamorfos decompositores do folheto de *Caesalpinia echinata* Lam. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 275-287.
- Gruppi, V.** 2008. Diversidade de fungos microscópicos em folheto submerso de lagos do Parque Central no município de Santo André, SP, Brasil. Monografia de Bacharelado, Universidade Metodista, São Bernardo do Campo.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (acesso em x.x.x).
- Ingold, C.T.** 1975. *An Illustrated Guide to Aquatic and Water-borne Hyphomycetes (Fungi Imperfecti) with notes on their Biology*. Freshwater Biological Association n. 30, Ambleside, U.K.
- Malosso, E.** 1999. Hyphomycetes em ambientes aquáticos lótico e lêntico - ocorrência e biomassa. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Marques, M.F.O., Gusmão, L.F.P. & Maia, L.C.** 2008. Riqueza de espécies de fungos conidiais em duas áreas de Mata Atlântica no Morro da Pioneira, Serra da Jibóia, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 22: 954-961.
- Marvanová, L.** 1997. Freshwater Hyphomycetes: a survey with remarks on tropical taxa. In: K.K. Janardhanan, C. Rajendran, K. Natarajan & D.L. Hawksworth (eds.). *Tropical Mycology*. Science Publishers Inc., 1997.
- McCune, B. & Mefford, M.J.** 1999. PC-Ord version 4.4, multivariate analysis of ecological data. Users guide. MjM Software Desing. Glaneden Beach, Oregon.
- Moreira, C.G.** 2002. Sucessão de fungos (Hyphomycetes aquáticos e geofungos) associados à decomposição de folhas de *Tibouchina pulchra* Cogn submersas em um riacho da mata atlântica. Monografia de Bacharelado, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- Moreira, C.G.** 2006. Avaliação da diversidade e biomassa de fungos associados a folhas em decomposição de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas em reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, N.** 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Nilsson, S.** 1964. Freshwater Hyphomycetes. *Symb. Bot. Upsal.*, 18: 1-130.
- Park, D.** 1972. On the ecology of hetrotrofic microorganisms in freshwater. *Transactions of the British Mycological Society* 58: 291-299.
- Pires-Zottarelli, C.L.A.** 1999. Fungos zoospóricos dos vales dos rios Moji e Pilões, região de Cubatão, São Paulo, SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Prefeitura do Município de São Paulo.** 2006. Resultados laboratoriais dos parâmetros de qualidade das águas do lago do Parque Ibirapuera. Período: setembro de 2004 a agosto de 2005, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, Departamento de Controle da Qualidade Ambiental, Divisão Técnica de Controle Ambiental, Seção Técnica de Apoio e Desenvolvimento Tecnológico, São Paulo. <http://www.prefeitura.sp.gov.br.secr.mun.verdeemeioambiente> (acesso em 25.07.2006).
- Rice, W.R.** 1989. Analysing tables of statistical tests. *Evolution* 43: 223-225.
- Schoenlein-Crusius, I.H.** 2002. Aquatic Hyphomycetes from cerrado regions in the state of São Paulo, Brazil. *Mycotaxon* 81: 457-462.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Grandi, R.A.P.** 2003. The diversity of aquatic Hyphomycetes in South America. *Brazilian Journal of Microbiology* 34: 183-193.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Malosso, E.** 2007. Diversity of Aquatic Hyphomycetes in the tropics. In: B.N. Ganguli, B.N. & S.K. Deshmukh (eds.). *Fungi: multifaceted microbes*. Anamaya Publishers, New Delhi, pp. 61-81.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1989. Sucessão fúngica em folhas de *Ficus microcarpa* L.f. submersas no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Revista de Microbiologia* 20: 95-101.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1998. Fungi in a stream in the Atlantic Rainforest in the "Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba", São Paulo State, Brazil. *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Águas de Lindóia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo* 104, v.II, Praia, Represa e Mata, pp. 388-394.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (carvalho) submersas em um lago situado no município de Itapeverica da Serra, SP. *Revista de Microbiologia* 21: 61-67.

- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L. & Milanez, A.I.** 1992. Aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the atlantic rainforest. *Revista Brasileira de Microbiologia* 23: 167-171.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Milanez, A.I., Trufem, S.F.B., Pires-Zottarelli, C.L.A., Grandi, R.A.P., Santos, M.L. & Giustra, K.C.** 2006. Microscopic Fungi in the Atlantic rainforest in Cubatão, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 37: 244-252.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Moreira, C.M. & Bicudo, D.C.** 2009. Aquatic Hyphomycetes in the “Parque Estadual das Fontes do Ipiranga” - PEFI, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 411-426.
- Šidák, Z.** 1967. Rectangular confidence regions for the means of multivariate normal distributions. *Journal of the American Statistical Association* 62:622-633.
- Takahashi, J.P., Schoenlein-Crusius, I.H., Gruppi, V.T. & Moreira, C.G.** 2012. Geofungos no Córrego do Sapateiro, Parque Municipal do Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea* 39: 283-291.
- Tsui, C.K.M. & Hyde, K.D.** 2003. *Freshwater Mycology. Fungal Diversity Research Series 10*, Hong Kong.
- Tundisi, J.G. & Tundisi, T.M.** 2008. *Limnologia. Oficina de textos*, São Paulo.
- Wellbaum, C., Schoenlein-Crusius, I.H., Malosso, E. & Tauk-Tornisiello, S.M.** 2007. Fungos filamentosos de folhas em decomposição na Represa de Guarapiranga, São Paulo, SP. *Holos Environment* 7: 171-190.