

# Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP, Brasil

Gustavo Henrique Jerônimo<sup>1,3</sup>, Ana Lucia de Jesus<sup>1</sup>, Agostina Virginia Marano<sup>1</sup>, Timothy Yong James<sup>2</sup>, José Ivanildo de Souza<sup>1</sup>, Sarah Cristina Oliveira Rocha<sup>1</sup> e Carmen Lidia Amorim Pires-Zottarelli<sup>1</sup>

Recebido: 11.06.2014; aceito: 16.10.2014

**ABSTRACT** - (Diversity of Blastocladiomycota and Chytridiomycota from Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo State, Brazil). The richness and diversity of Blastocladiomycota and Chytridiomycota were analyzed from 120 samples collected in the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC). From these samples we obtained 256 isolates, 112 from water and 144 from soil, with the identification of thirty-four taxa, all of them are first records for the PEIC. *Chytrium lucidus* Karling is first cited for Brazil and *Entophlycis lobata* Willoughby & Townley and *Phlyctochytrium mucronatum* Canter for São Paulo State. The Shannon's diversity ( $H'$ ), Simpson's dominance ( $D$ ), evenness ( $E$ ), and Sørensen's similarity (61,2%) indices showed a diverse mycota with only a few dominant taxa, most of them common to both water and soil samples. Approximately 24% of the identified taxa were purified in culture media and characterized on the basis of morphological and molecular data (18S, ITS, and 28S regions of the rDNA), with the sequences deposited in GenBank.

**Keywords:** Atlantic rainforest, chytrids, zoospore fungi

**RESUMO** - (Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP, Brasil). Foram analisadas a riqueza e a diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota de 120 amostras coletadas no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC). Destas amostras foram realizados 256 isolamentos, 112 da água e 144 do solo, com a identificação de 34 táxons, todos primeiras citações para o PEIC. *Chytrium lucidus* Karling é citado pela primeira vez para o Brasil e *Entophlycis lobata* Willoughby & Townley e *Phlyctochytrium mucronatum* Canter para o Estado de São Paulo. Os valores dos índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ), dominância de Simpson ( $D$ ) e equitatividade ( $E$ ), bem como o índice de similaridade de Sørensen (61,2%), indicaram uma micota diversa, com poucos táxons dominantes, a maioria presente tanto nas amostras de água como nas de solo. Aproximadamente 24% do total de táxons identificados cresceram em meio de cultura e foram caracterizados com base nos dados morfológicos e moleculares (regiões 18S, ITS e 28S do rDNA), com as sequências gênicas disponibilizadas no GenBank.

**Palavras-chave:** fungos zoospóricos, Mata Atlântica, quitrídias

## Introdução

Os fungos classificados nos filos Blastocladiomycota e Chytridiomycota apresentam como similaridade a produção de esporos com um único flagelo liso posteriormente inserido e posicionamento basal na árvore filogenética do reino dos fungos (Hibbett *et al.* 2007). Chytridiomycota conta com 706 espécies distribuídas atualmente em oito ordens, Chytriales, Cladochytriales, Lobulomycetales, Polychytriales, Rhizophlyctidales, Rhizophydiales, Spizellomycetales e Monoblepharidales (Sparrow 1942, Letcher *et al.*

2006, 2008, Kirk *et al.* 2008, Mozley-Standridge *et al.* 2009, Simmons *et al.* 2009, Wakefield *et al.* 2010, Longcore & Simmons 2012), inseridas em duas classes, Chytridiomycetes e Monoblepharidomycetes. Já Blastocladiomycota, filo criado a partir da ordem Blastocladales (anteriormente pertencente ao Filo Chytridiomycota), possui uma única classe, Blastocladiomycetes, e é composto por 179 espécies (Kirk *et al.* 2008), cujos representantes divergem do clado das quitrídias e são considerados grupo irmão juntamente com Zygomycota, Glomeromycota e *Olpidium* (James *et al.* 2006).

1. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Micologia, Caixa Postal 68041, CEP 04045-972 São Paulo, SP, Brasil  
2. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Michigan Ann Arbor, MI 48109, USA  
3. Autor para correspondência: gejeronimo@hotmail.com

Representantes desses filos são considerados cosmopolitas, estando presentes nos diferentes ecossistemas aquáticos e terrestres, onde são frequentemente observados como sapróbios e/ou parasitas de algas, macrófitas, invertebrados, anfíbios, fungos e oomicetos (Shearer *et al.* 2007). Embora a maioria das espécies conhecidas seja decompositora de celulose, queratina e quitina (Powell 1993), algumas destacam-se como causadoras de doenças em plantas de interesse econômico, como *Physoderma maydis* (Miyabe) Miyabe, que causa mancha marrom do milho e *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival responsável pela verruga da batata (Alexopoulos *et al.* 1996). Espécies dos gêneros *Catenaria* Sorokin (*Catenaria spinosa* Martin, *Catenaria anguillulae* Sorokin), *Coelomomyces* Keilin (*Coelomomyces utahensis* (Romney) Couch & Nielsen) e *Polycaryum* Stempell (*Polycaryum laeve* Stempell) são parasitas comuns em cladóceros, copépodos, rotíferos, nematóides e larvas de dípteros, atuando decisivamente no controle destas populações (Gleason *et al.* 2010). *Batrachochytrium dendrobatidis* Longcore, Pessier & D.K. Nichols é considerado o principal responsável pelo declínio e extinção de mais de 200 espécies de anfíbios ao redor do mundo (Stuart *et al.* 2004). Recentemente foi descrita outra espécie para o gênero, *Batrachochytrium salamandrivorans* Martel, Blooi, Bossuyt & Pasmans (Martel *et al.* 2013), parasita em populações de salamandras de fogo (*Salamandra salamandra* Linnaeus) na Holanda, apresentando rápidas taxas de infecção e provocando altos níveis de mortalidade.

Historicamente, a classificação de Blastocladiomycota e Chytridiomycota baseava-se nas características morfológicas, tais como: tipo de desenvolvimento do talo (monocêntrico ou policêntrico), presença ou ausência de opérculo, morfologia dos zoosporângios e presença e tipo de esporos de resistência (Sparrow 1960, Karling 1977, Barr 1980), tendo sido as duas primeiras as preponderantes para a classificação desses grupos basais (James *et al.* 2000). Foi a partir dos estudos de Barr (1981) que a classificação começou a ser reformulada, tendo em vista as características ultraestruturais dos zoósporos e, mais recentemente, por sequências de genes do DNA ribossomal (James *et al.* 2000, 2006, Letcher *et al.* 2008, Mozley-Standridge *et al.* 2009, Longcore & Simmons 2012).

Apesar da expressiva frequência e importância destes fungos nos diversos ecossistemas, estudos com representantes dos filos Blastocladiomycota e Chytridiomycota ainda são poucos no Brasil,

especialmente se considerarmos a extensão e a riqueza em termos de diversidade de biomas existentes em nosso país. Este fato deve-se ao pequeno número de especialistas no Brasil e a dificuldade de isolamento, identificação e cultivo desses grupos de fungos (Letcher & Powell 2005, Shearer *et al.* 2007). O bioma Mata Atlântica é, dentre os biomas brasileiros, o que agrupa o maior número de informações a respeito desses fungos (Beneke & Rogers 1962, 1970, Rogers *et al.* 1970, Lyra & Milanez 1974, Milanez *et al.* 1994, Pires-Zottarelli *et al.* 1996, Pires-Zottarelli 1999, Pires-Zottarelli & Gomes 2007, Pires-Zottarelli & Rocha 2007, Nascimento & Pires-Zottarelli 2009, 2010, entre outros); no entanto, para o Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC) não existia ainda nenhum relato da ocorrência dos mesmos. Os únicos estudos realizados com a micota zoospórica no município de Cananéia são restritos a ecossistemas marinhos (sedimentos de mangue e solos de dunas), estando resumidos em apenas três artigos publicados na década de 1970 (Ulken 1970, 1972, Booth 1979).

Considerando-se a situação de degradação das áreas de Mata Atlântica, exaustivamente citada em literatura, e a relevância desse bioma no Brasil e no Estado de São Paulo, o presente estudo teve como principal objetivo avaliar a riqueza e a diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota presentes nos ecossistemas aquáticos e terrestres do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, de modo a ampliar o conhecimento destes grupos no país.

## Material e métodos

Situado na costa Sul do Estado de São Paulo, no Município de Cananéia, entre os paralelos 25°03'05" e 25°18'18"S e os meridianos 47°53'48" e 48°05'42"W, o Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC) abrange uma área de 22.500 hectares, com distintas formações vegetais, que representam uma amostra em escala reduzida da diversidade de fitofisionomias presentes na Mata Atlântica (Barros *et al.* 1991). A região central do PEIC atinge cerca de 800 metros de altitude devido à presença de um maciço montanhoso contínuo, coberto nas porções alta e média por Floresta Pluvial da Serra do Mar e Formação Arbustiva de Topos, ocorrendo nas regiões mais baixas as Florestas Pluviais da Planície Litorânea, Restingas, Vegetação Pioneira de Dunas e Manguezais. O clima da região, segundo classificação de Köppen, enquadra-se como Cfa, mesotérmico úmido, sem estação seca definida, com temperatura média anual de 21,2 °C, sendo os meses de janeiro,

fevereiro e março os de maior pluviosidade, e junho, julho e agosto, os de menor precipitação (Ab'Saber 1977, Funari *et al.* 1987).

Para o isolamento de representantes de Blastocladiomycota e Chytridiomycota foram realizadas quatro coletas (agosto-novembro de 2012 e fevereiro-junho de 2013), no Núcleo Perequê, localizado na porção nordeste do PEIC. Em cada coleta foram amostrados 30 diferentes locais, sendo 15 de corpos d'água doce (cachoeiras, rios, riachos, poças temporárias e permanentes) e 15 de solo (próximos aos corpos d'água). Em laboratório, alíquotas das amostras (30 mL de água e 15 g de solo dissolvidos em 30 mL de água destilada autoclavada) foram colocadas em placas-de-Petri, juntamente com substratos de origem animal e vegetal coletados nos locais amostrados, e submetidas à técnica de iscagem múltipla descrita em Milanez (1989), a qual consiste na adição de substratos celulósicos (celofane, epiderme de cebola, grãos de pólen de *Pinus* sp., palha de milho e semente de *Sorghum* sp.), queratinosos (ecdise de cobra e cabelo loiro de criança) e quitinoso (exoesqueleto de camarão). Com exceção dos grãos de pólen, cabelo loiro de criança e sementes de *Sorghum* sp., as demais iscas foram padronizadas em fragmentos de 1 cm de diâmetro, sendo colocados dois de cada tipo nas amostras. Estas amostras foram mantidas em laboratório, em temperatura controlada de aproximadamente 21 °C, e após uma semana as iscas foram observadas para a triagem dos espécimes de fungos zoospóricos isolados. A identificação foi realizada com auxílio dos trabalhos monográficos de Sparrow (1960) e Karling (1977), bem como das descrições originais. A preservação dos espécimes foi realizada em tubos com meio de cultura PmTG (0,4 g/L de leite peptonizado, 0,4 g/L de triptona e 10 g/L de ágar, com adição de 100 mg/L de sulfato de estreptomicina e 100 mg/L de penicilina G (Longcore 1995), ou MP<sub>5</sub> (4 g/L de maltose, 1 g/L de peptona, 15 g/L de ágar) (Beneke & Rogers 1962), sendo então incorporados na Coleção de Culturas de Algas, Fungos e Cianobactérias do Instituto de Botânica de São Paulo (CCIBt). Para os que não cresceram em meio de cultura, foram preparadas lâminas semipermanentes com lactofenol e azul de algodão, as quais foram incorporadas ao Herbário do Instituto de Botânica (SP). Todas as espécies identificadas em nível específico foram descritas, comentadas e documentadas por meio de fotografias realizadas em equipamento de captura de imagem Leica Qwin V3.

Os táxons isolados foram cultivados a partir de pequenos fragmentos de iscas ou de zoósporos capturados quando liberados dos zoosporângios. Para obtenção de biomassa, fragmentos de culturas puras (9 mm de diâm.) foram inoculados em Erlenmeyers de 250 mL (triplicata), contendo 50 mL de meio de cultura PmTG líquido (sem adição de ágar), os quais foram mantidos durante 15 dias em mesa agitadora a 120 rpm e temperatura ambiente. Após este período, a biomassa produzida foi filtrada em papel de filtro e náilon (10 × 10 cm) com auxílio de bomba a vácuo (de Souza *et al.* 2008, modificado) e armazenada em frascos de penicilina de 12 mL, onde foram congeladas e posteriormente liofilizadas no equipamento Edwards Freez Dryer Mod D. Além disso, foi testada a produção de biomassa por meio de microcultivo (Lamour & Finley 2006, modificado) com substituição de etapas automatizadas por manuais e microtubos ao invés de microplacas. Para isso, pequenos fragmentos de culturas puras foram inoculadas em microtubos Eppendorf (1,5-2,0 mL) contendo 1 mL de meio de cultura PmTG líquido, esterilizados e incubados em mesa agitadora (120 rpm) em temperatura ambiente durante 7-10 dias, com posterior filtragem, congelamento e liofilização.

O DNA genômico foi extraído de culturas puras, com auxílio do Kit de extração PureLink Genomic DNA Kit (Invitrogen™), por meio de três métodos diferentes: 1) extração a partir de biomassa liofilizada; 2) extração a partir de biomassa fresca (retirada diretamente do meio de cultura sólido) e 3) extração a partir de biomassa obtida por meio de microcultivo. Durante a etapa indicada para a lise de células e tecidos foram adicionados 180 µL de tampão de digestão e 30 µL de proteinase K aos microtubos contendo os pellets de biomassa. O material de cada microtubo foi macerado com pistilo (PES-15-B-SI, Axygen®) e incubado em um termobloco (Kasvi, model K80-S01) a 55 °C durante 1 h para a completa lise das células e liberação do DNA. Após este procedimento foram realizadas as etapas consecutivas para a lavagem e eluição do DNA com 30 µL de tampão de eluição através das colunas de purificação do kit (PureLink Spin Columns) para a obtenção de DNA genômico. A eficiência da extração de DNA foi avaliada após eletroforese em gel de agarose a 1% (p/v), com adição de 3,5 µL de GelRed™ Nucleic Acid Gel Stain, 10.000 × in water (Biotium™), submersos em tampão TBE 1x, aplicando-se 2 µL de padrão 123 pb DNA Ladder (Invitrogen™) + 2 µL de Gel Loading solution, Type I (Sigma®) e 2 µL de DNA. A eletroforese foi

realizada em sistema Sub-Cell® GT Agarose Gel Electrophoresis System (Bio-Rad) acoplado a uma fonte PowerPac™ Basic Power Supply (Bio-Rad) ajustada para 100 V durante 40 minutos. Os géis de agarose foram visualizados em um transiluminador UV (Kasvi) e fotografados com máquina digital comum. O DNA genômico foi armazenado em congelador comum (~-20 °C) para as etapas seguintes.

Para amplificação do DNA os pares de *primers* NS4/SR1R (NS1) e ITS4/ITS5 foram utilizados para a amplificação das regiões 18S (SSU) e ITS, respectivamente (White *et al.* 1990), enquanto o par LR0R/LR5 (Vilgalys 2013) foi utilizado para amplificar a região 28S (LSU). As reações de PCR foram realizadas utilizando-se o PCR Supermix kit (Invitrogen™) em microtubos de 200 µL com volume final de 25 µL, sendo: 22,5 µL de PCR Supermix, 0,75 µL de cada primer na concentração de 10 µM e 1 µL de DNA genômico. Os microtubos foram incubados em um termociclador C1000 Touch™ Thermal Cycler (Bio-Rad) utilizando-se o ciclo Standard PCR (T.Y. James, dados não publicados): 94 °C por 3 minutos, 35 ciclos a 94 °C por 1 minuto, 54 °C por 30 segundos, 72 °C por 1 minuto, e extensão final a 72 °C por 7 minutos. A eficiência da PCR e a quantificação do DNA foram avaliadas após eletroforese conforme descrito, aplicando-se 2 µL de Low DNA Mass Ladder (Invitrogen™), 2 µL de Gel Loading e 4 µL de DNA. O material amplificado foi armazenado em geladeira (5-8 °C) e purificado com AxyPrep PCR Clean-up Kit utilizando-se 25-30 µL de tampão eluente e avaliado em gel de eletroforese aplicando-se 2 µL de Low DNA Mass Ladder (Invitrogen™), 2 µL de Gel Loading e 2 µL de DNA. O material puro foi armazenado no congelador a -20 °C.

O sequenciamento do DNA purificado foi realizado em um sequenciador ABI 3730 DNA Analyser (Life Technologies™) instalado no Centro de Estudos do Genoma Humano, Instituto de Biociências, USP. As sequências consenso das regiões 18S (SSU), ITS e 28S (LSU) foram geradas por meio da análise dos cromatogramas no programa Sequencher™ Version 4.1.4 e depositadas no GenBank.

A frequência mensal (F%), e por local de coleta, foram calculadas através do número de amostras colonizadas pelo táxon/número de amostras examinadas × 100 (Zak & Willig 2004). A abundância dos espécimes foi calculada com base na presença e ausência de determinado táxon em cada tipo de isca/

número total de iscas examinadas × 100 (Zak & Willig 2004). A estrutura da comunidade foi calculada por meio da (i) riqueza de espécies (S); (ii) índice de diversidade

$$H' = -\sum_{i=1}^s pi \cdot \log_n(pi)$$

de Shannon, onde  $pi$  é a proporção de espécies na comunidade; (iii) equitatividade ( $E$ ) =  $H'/H'_{\max}$ , onde  $H'_{\max}$  é o máximo valor da diversidade do número de táxons presentes; (iv) índice de dominância de Simpson calculado com base na abundância (Zak &

$$(D) = \sum_{i=1}^s (pi)^2$$

Willig 2004). Para comparar os dois compartimentos, o índice de similaridade de Sørensen foi calculado por meio da fórmula  $SI = [2c/a + b] \times 100$ , onde  $c$  representa o número de táxons comuns aos dois compartimentos,  $a$  o número de táxons na água e  $b$  número de táxons no solo (Müller-Dombois & Elleberg 1974).

O sistema utilizado para a classificação dos táxons identificados foi o contido em Kirk *et al.* (2008), atualizado com os trabalhos de proposição da ordem Cladochytriales (Mozley-Standridge *et al.* 2009).

## Resultados e Discussão

De 120 amostras analisadas, foram obtidos 256 isolamentos, dos quais 112 foram de água e 144 de solo, evidenciando a maior ocorrência e distribuição destes fungos em ambientes terrestres. A riqueza total dos táxons presentes nos dois compartimentos (água e solo) foi representada por 34 táxons (tabela 1), 31 representantes de Chytridiomycota e três de Blastocladiomycota. A ordem Chytridiales foi a melhor representada, com 19 táxons (56% da riqueza total de espécies), enquanto a família Chytridiaceae foi a mais representativa (41% da riqueza total). A maioria dos táxons identificados é considerada cosmopolita e já foi anteriormente relatada no país (Milanez *et al.* 2007, Pires-Zottarelli & Gomes 2007, Pires-Zottarelli & Rocha 2007, Nascimento & Pires-Zottarelli 2009, 2012); no entanto, todos são primeiros registros para o PEIC. *Chytriomycetes lucidus* é citado pela primeira vez para o Brasil, enquanto *Entophlyctis lobata* e *Phlyctochytrium mucronatum* são primeira citação para o Estado de São Paulo.

Tabela 1. Blastocladiomycota e Chytridiomycota de amostras de água doce e solo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso nos diferentes meses de coleta. \* Primeira citação para o Estado de São Paulo. F(%): frequência e A (%): abundância. Os táxons marcados em negrito apresentaram valores de abundância maior que 1%.

Table 1. Blastocladiomycota and Chytridiomycota from freshwater and soil samples of the Parque Estadual da Ilha do Cardoso in the different sampling months. \* First citation for the São Paulo State. F (%): frequency and A (%): abundance. The taxa marked in bold showed values of abundance greater than 1%.

Táxons /meses	Água						Solo					
	ago/12	nov/12	fev/13	jun/13	F (%)	A (%)	ago/12	nov/12	fev/13	jun/13	F (%)	A (%)
<b>REINO FUNGI</b>												
<b>FILO BLASTOCLADIOMYCOTA</b>												
<b>BLASTOCLADIALES</b>												
<i>Allomyces</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25	0,12
<i>Allomyces</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	0,12
<i>Catenophlyctis variabilis</i> (Karling) Karling	3	2	1	0	75	0,83	1	0	0	0	25	0,12
<b>FILO CHYTRIDIOMYCOTA</b>												
<b>CHYTRIDIALES</b>												
<b><i>Chytriomycetes appendiculatus</i> Karling</b>	4	2	4	1	100	1,53	0	2	3	0	50	0,6
<i>C. hyalinus</i> Karling	2	1	0	0	50	0,42	0	0	0	0	0	0
<i>C. lucidus</i> Karling	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	75	0,48
<b><i>C. spinosus</i> Fay</b>	6	2	4	4	100	2,22	0	0	0	0	0	0
<i>Diplophlyctis asteroidea</i> Dogma	0	2	0	0	25	0,28	0	1	0	0	25	0,12
<i>D. complicata</i> (Willoughby) Dogma	1	0	0	0	25	0,14	0	0	2	0	25	0,24
<i>D. intestina</i> (Schenk) J. Schröt.	0	3	0	1	50	0,56	0	0	0	0	0	0
<i>D. sarcopoides</i> (Petersen) Dogma	1	0	0	1	50	0,28	0	0	0	0	0	0
<i>Entophlyctis luteolus</i> Longore	2	0	0	0	25	0,28	2	4	2	3	100	1,31
<i>Entophlyctis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	50	0,24
<i>E. lobata</i> Willoughby & Towley*	0	0	0	1	25	0,14	0	0	0	0	0	0
<i>Karlingiomyces dubius</i> (Karling) Sparrow	0	0	1	1	50	0,28	0	2	2	3	75	0,83
<i>K. granulatus</i> (Karling) Sparrow	0	1	0	0	25	0,14	5	4	3	6	100	2,14
<i>Karlingiomyces</i> sp.	0	2	0	0	25	0,28	3	2	1	2	100	0,95
<i>Phyctochytrium aureliae</i> Ajello	1	0	0	0	25	0,14	2	3	0	0	50	0,6
<i>P. furcatum</i> Sparrow	0	1	0	0	25	0,14	0	0	0	0	0	0
<i>P. mucronatum</i> Canter	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	0,12

*continua*

Tabela 1 (continuação)

Táxons /meses	Água						Solo					
	ago/12	nov/12	fev/13	jun/13	F (%)	A (%)	ago/12	nov/12	fev/13	jun/13	F (%)	A (%)
<i>Rhizidium verrucosum</i> Karling	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	50	0,24
<i>Septosperma rhizophydii</i> Whiffen ex Blackwell & Powell	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	50	0,83
CLADOCHYTRIALES												
<i>Cladochytrium replicatum</i> Karling	6	7	3	3	100	2,64	2	1	0	0	50	0,36
<i>C. tenue</i> Nowak.	3	2	4	2	100	1,53	5	5	3	4	100	2,02
<i>Catenochytridium</i> sp.	0	1	0	0	25	0,14	1	1	0	0	50	0,24
<i>Nowakowskiella hemisphaerospora</i> Shanor	0	2	1	2	75	0,69	0	0	0	0	0	0
<i>N. multispora</i> Karling	2	4	2	1	100	1,25	0	0	0	0	0	0
<i>Polychytrium aggregatum</i> Ajello	1	2	5	2	100	1,39	1	2	1	1	100	0,60
<i>Septochytrium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	6	5	3	3	100	2,02
RHIZOPHYDIALES												
<i>Rhizophyidium coronum</i> Hanson	0	1	0	0	25	0,14	2	1	0	2	75	0,60
<i>R. elyense</i> Sparrow	0	1	0	0	25	0,14	3	0	0	2	50	0,60
<i>R. sphaerotheca</i> Zopf	0	0	0	0	0	0	3	2	1	2	100	0,95
<i>R. stipitatum</i> Sparrow	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	50	0,48
MONOBLEPHARIDALES												
<i>Gonapodya prolifera</i> (Cornu) A. Fisch.	0	0	0	1	25	0,14	0	0	0	0	0	0
Total de táxons	12	17	9	11			18	18	12	13		
Total de ocorrências	32	36	25	19			44	40	24	34		

REINO FUNGI  
 FILO BLASTOCLADIOMYCOTA  
 BLASTOCLADIOMYCETES  
 BLASTOCLADIALES  
 CATENARIACEAE

*Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling, American Journal of Botany 52: 134. 1965. Basiônimo: *Phlyctorhiza variabilis* Karling, American Journal of Botany 34: 27. 1947.

Figuras 1-2

Talo eucárpico, monocêntrico ou policêntrico, intramatricial. Sistema rizoidal surgindo a partir de vários pontos do zoosporângio. Zoosporângios lisos, irregulares, elípticos, 22-30 × 28-32 µm e ovais, 25-40 × 31-32 µm. Liberação dos zoósporos e produção de esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 6-XI-2012, 7-VII-2012, 26-II-2013; e amostra de solo 22-VIII-2012; em ecdise de cobra; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445991).

Os zoosporângios dos isolados examinados concordam com as descrições de Karling (1965), Rocha & Pires-Zottarelli (2002) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2010). A liberação dos zoósporos e a produção de esporos de resistência não foram observados, assim como relatado por Rocha & Pires-Zottarelli (2002), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2010, 2012) para os isolados brasileiros.

FILO CHYTRIDIOMYCOTA  
 CHYTRIDIOMYCETES  
 CHYTRIDIALES  
 CHYTRIDIACEAE

*Chytriomycetes appendiculatus* Karling, Bulletin of the Torrey Botanical Club 74: 335. 1947.

Figuras 3-4

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatricial. Zoosporângios não apofisados, operculados, apendiculados, lisos, hialinos quando jovens, tornando-se marrom-amarelados e com parede espessa com a idade, variáveis em forma e tamanho, reniformes, 20-45 × 40-112 µm. Rizóides ramificados, tornando-se espessos quando velhos. Zoósporos esféricos, 5-7,5 µm diâm., ou ovais, 5-7,5 × 5-7,5 µm, com uma gotícula lipídica. Esporos de resistência lisos, coloração âmbar e conteúdo

interno granular com um vacúolo central conspícuo, predominantemente esféricos, 15-20 µm diâm., subesféricos, 15-20 × 12,5-17,5 µm, ocasionalmente ovais, 20-25 × 12,5 17,5 µm; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 27-II-2013, 4-VI-2013; e amostras de solo, 6-XI-2012, 26-II-2013; em exoesqueleto de camarão; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445874).

Os isolados examinados apresentam zoosporângios menores que os descritos por Karling (1947b), que citou de 20-180 × 35-250 µm, mas concordam com Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009). O tamanho dos zoósporos e esporos de resistência estão de acordo com a descrição original de Karling (1947b).

*Chytriomycetes hyalinus* Karling, American Journal of Botany 32: 363. 1945.

Figura 4

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatricial. Zoosporângios hialinos, operculados, esféricos, 50-62 µm diâm. e ovais 54-58 × 50-54 µm, parede lisa. Liberação dos zoósporos e produção de esporos de resistência não observados.

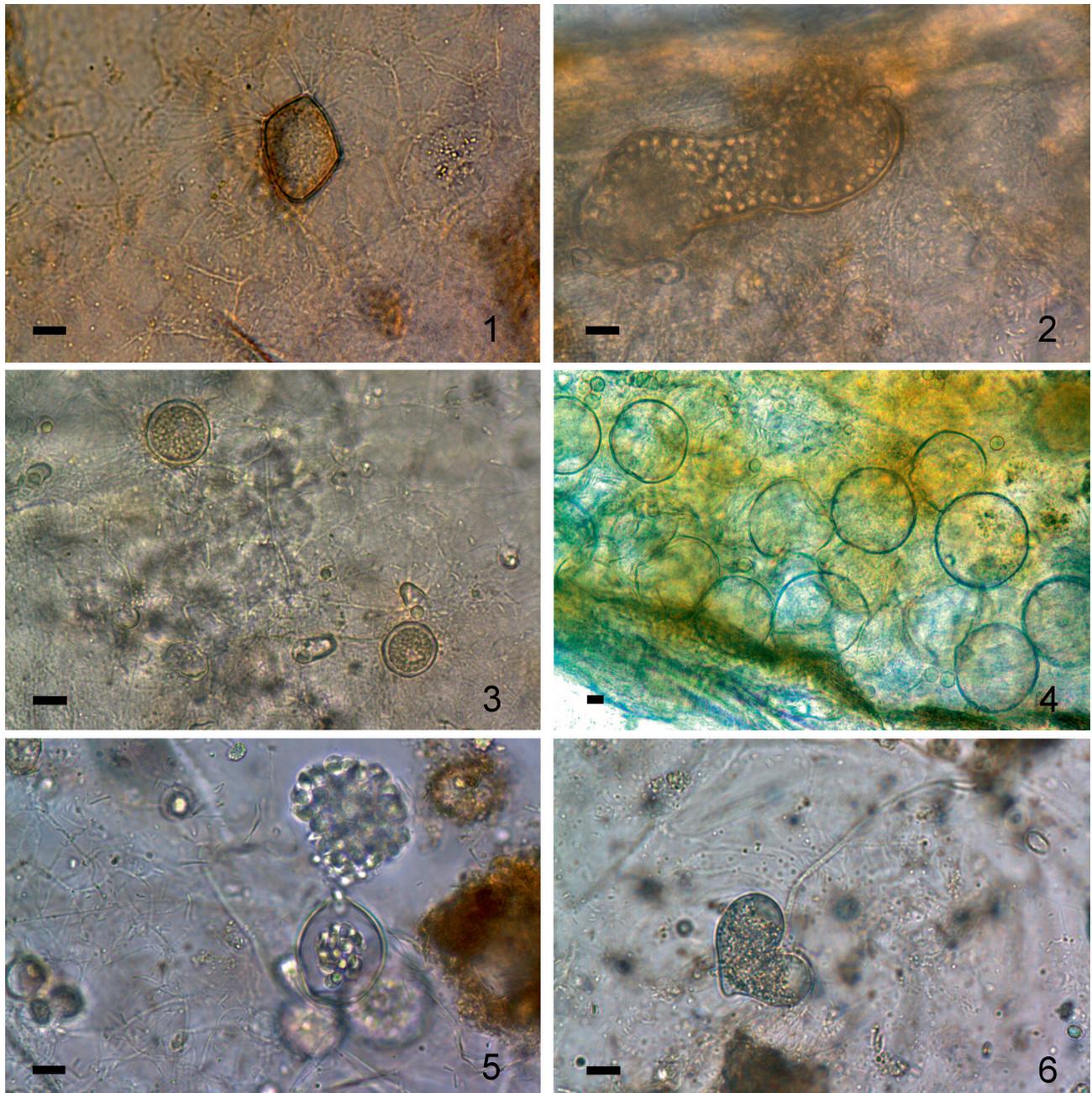
Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 6-XI-2012; em epiderme de cebola e exoesqueleto de camarão; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445875).

As características dos zoosporângios concordam com Karling (1945a) mas são maiores que os descritos por Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009) que citaram, respectivamente, zoosporângios de 20-40 µm diâm. e 17-26 µm diâm.

*Chytriomycetes lucidus* Karling, Bulletin of the Torrey Botanical Club 76: 353. 1949.

Figuras 5-6

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatricial. Rizóides extensos, surgindo da porção convexa do zoosporângio. Zoosporângios hialinos, operculados, lisos, não apofisados, com base invaginada, ovais, 17,5-25 × 12,5-30 µm, subesféricos, 27,5-25 × 22,5-27,5 µm e esféricos, 20-25 µm diâm. Zoósporos móveis, ovais, 5-7 × 4-6 µm e esféricos, 5-7 µm diâm., com uma grande gotícula lipídica



Figuras 1-6. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 1. *Catenophlyctis variabilis* Karling. 1. Zoosporângio. 2-3. *Chytriumyces appendiculatus* Karling. 2. Zoosporângio reniforme. 3. Esporos de resistência. 4. *Chytriumyces hyalinus* Karling. Zoosporângios. 5-6. *Chytriumyces lucidus* Karling. 5. Zoosporângio liberando zoósporos. 6. Zoosporângio com base invaginada. Barra = 10  $\mu$ m.

Figures 1-6. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 1. *Catenophlyctis variabilis* Karling. 1. Zoosporangium. 2-3. *Chytriumyces appendiculatus* Karling. 2. Reniform zoosporangium. 3. Resting spores. 4. *Chytriumyces hyalinus* Karling. Zoosporangia. 5-6. *Chytriumyces lucidus* Karling. 5. Zoosporangium releasing zoospores. 6. Zoosporangium with invaginated base. Bar = 10  $\mu$ m.

hialina, esférica, 3-5 µm diâm. Esporo de resistência não observado.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de solo, 21-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 27-II-2013; em epiderme de cebola e palha de milho; *G.H. Jerônimo s.n* (SP445876).

As principais características de *C. lucidus* são a produção de zoosporângios operculados com base invaginada e zoósporos com uma grande gotícula lipídica hialina. Os zoosporângios dos isolados examinados são menores que os descritos por Karling (1949a), que citou 18-44 × 28-66 µm, porém o tamanho dos zoósporos concorda com este mesmo autor. É a primeira citação da espécie para o Brasil.

***Chytriumyces spinosus*** Fay, Mycologia 39: 152. 1947. Figuras 7-8

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrix. Rizóides ramificados e longos surgindo da porção basal do zoosporângio. Zoosporângios hialinos, operculados, obpiriformes, 20-37,5 × 25-40 µm, alguns esféricos, 22,5-50 µm diâm; parede com ornamentações cônicas em forma de espinhos simples. Zoósporos esféricos, 3-6 µm diâm; subsféricos, 5-10 × 5-7,5 µm, com uma única gotícula lipídica hialina. Esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 6-XI-2012, 7-XI-2012, 26-II-2013, 27-II-2013, 4-VI-2013, 5-VI-2013; em epiderme de cebola e palha de milho; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445877).

As características dos zoosporângios examinados concordam com a descrição de Fay (1947), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012) e as dos zoósporos concordam com a descrição de Pires-Zottarelli & Gomes (2007).

***Karlingiomyces dubius*** (Karling) Sparrow, Aquatic Phycomycetes, 2<sup>nd</sup> ed., p. 561, 1960. Basiônimo: *Karlingia dubia* Karling. Mycologia, 41: 513. 1949.

Figuras 9-10

Talo eucárpico, monocêntrico, extramatrix. Sistema rizoidal ramificado com numerosas constrições surgindo de várias porções do zoosporângio. Zoosporângios lisos, hialinos, exoperculados, esféricos, 27,5-52,5 µm diâm. subsféricos, 30-62,5 × 25-55 µm

e ovais, 45-62,5 × 27,5-50 µm, formando até 2 papilas de descarga. Zoósporos encistados, 7 µm diâm., hialinos, com uma única gotícula lipídica. Esporos de resistência abundantes, coloração âmbar, esféricos, 12,5-27,5 µm diâm.; e ovais, 10-25 × 12,5-27,5 µm, apresentando numerosas ornamentações rugosas a verrucosas, conteúdo granular.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 26-II-2013; e amostras de solo, 6-XI-2012, 7-XI-2012, 26-II-2013, 27-II-2013, 4-VII-2013, 5-VII-2013; em exoesqueleto de camarão; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445879).

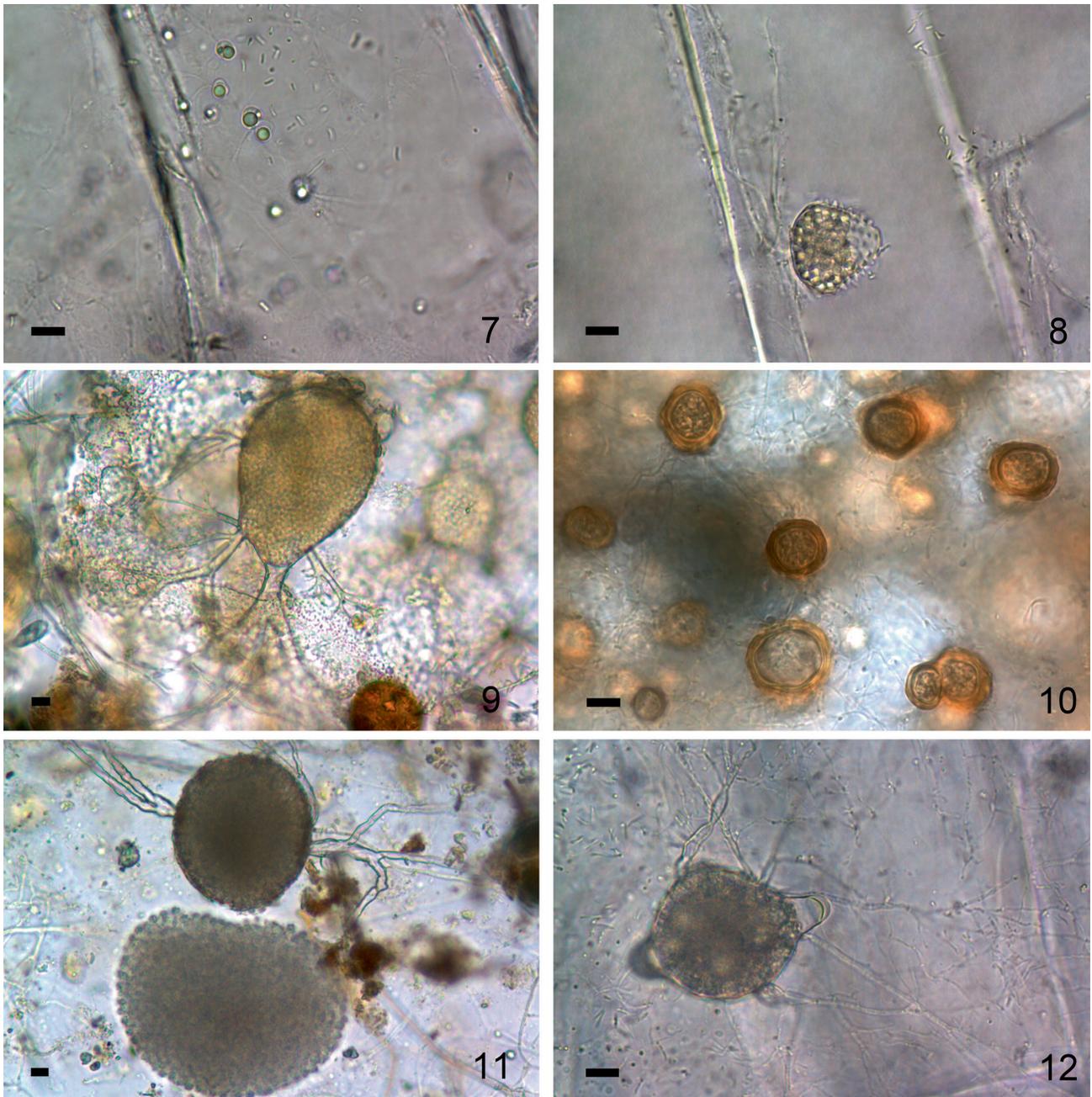
As características dos zoosporângios examinados concordam com os descritos por Karling (1949b) e Sparrow (1960), mas são menores que os descritos por Pires-Zottarelli & Rocha (2007), que citaram de 37-80 × 55-120 µm. Os zoósporos concordam com as descrições de Karling (1949b), Sparrow (1960) e Pires-Zottarelli & Rocha (2007). Os esporos de resistência concordam com as descrições de Karling (1949b) e Sparrow (1960), mas são menores que os descritos por Pires-Zottarelli & Rocha (2007), que citaram esporos de resistência esféricos de 17-50 µm diâm. e ovais de 25-45 × 40-62 µm.

***Karlingiomyces granulatus*** (Karling) Sparrow, Aquatic Phycomycetes, 2<sup>nd</sup> ed., 563. 1960. Basiônimo: *Karlingia granulata* Karling, Mycologia 39: 57. 1947.

Figuras 11-12

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrix. Sistema rizoidal ramificado, surgindo de vários pontos do zoosporângio, com rizóides constritos e irregulares, hialinos quando jovens, tornando-se marrom e espessados quando velhos. Zoosporângios lisos e hialinos, exoperculados e endoperculados, esféricos, 25-62,5 µm diâm., subsféricos, 27,5-50 × 25-55 µm e ovais 37,5-55 × 40-62,5 µm; parede podendo colapsar e se tornar enrugada após liberação dos zoósporos. Zoósporos esféricos, 5-7,5 µm diâm., com numerosas gotículas lipídicas hialinas. Esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 6-XI-2012; e amostras de solo, 21-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 4-VII-2013; em epiderme de cebola e palha de milho; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445880).



Figuras 7-12. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 7-8. *Chytriumyces spinosus* Fay. 7. Início do desenvolvimento dos zoósporos. 8. Zoosporângio ornamentado com espinhos. 9-10. *Karlingiomyces dubius* (Karling) Sparrow. 9. Zoosporângio. 10. Esporos de resistência. 11-12. *Karlingiomyces granulatus* (Karling) Sparrow. 11. Zoosporângio liberando zoósporos. 12. Zoosporângio operculado. Barra = 10 µm.

Figures 7-12. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 7-8. *Chytriumyces spinosus* Fay. 7. Early development of the zoospores. 8. Zoosporangium ornamented with spines. 9-10. *Karlingiomyces dubius* (Karling) Sparrow. 9. Zoosporangium. 10. Resting spores. 11-12. *Karlingiomyces granulatus* (Karling) Sparrow. 11. Zoosporangium releasing zoospores. 12. Operculate zoosporangium. Bar = 10 µm.

As características apresentadas pelos espécimes concordam com Rocha & Pires-Zottarelli (2002) e Pires-Zottarelli & Gomes (2007), mas apresentam zoosporângios menores que os descritos por Karling (1947c) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2010), que citaram, respectivamente, de 8-240 µm diâm. e 50-140 µm diâm.

***Phlyctochytrium aureliae*** Ajello, *Mycologia* 37: 110. 1945.

Figuras 13-14

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Sistema rizoidal delicado e ramificado. Zoosporângios inoperculados, hialinos, esféricos, 10-27 µm diâm., e subesféricos, 25-27 × 20-25 µm, ornamentados com espinhos bifurcados. Liberação dos zoósporos e produção de esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012; e amostras de solo, 6-XI-2012, 7-XI-2012; em epiderme de cebola, palha de milho e grãos de pólen de *Pinus* sp.; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445894).

Os zoosporângios examinados concordam com Ajello (1945), mas são pouco menores que os descritos por Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012), as quais citaram 25-37,5 µm diâm. e 20-50 µm diâm., respectivamente. Essa espécie foi citada pela primeira vez para o Brasil por A.I. Milanez nos municípios de Limeira, Pedrinhas e Riacho Grande, Estado de São Paulo (Pires-Zottarelli & Gomes, 2007).

***Phlyctochytrium furcatum*** Sparrow, *Archiv für Mikrobiologie* 3: 180. 1966.

Figuras 15-16

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Sistema rizoidal delicado, ramificado, surgindo de apófises esféricas e compostas, 10-12 µm diâm. Zoosporângios inoperculados, hialinos, apofisados, irregulares, 20-25 × 25-30 µm, com variável número de eixos (3 a 5) cada um, com dois pares de espinhos hialinos terminais. Liberação dos zoósporos e formação de esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 6-XI-2012; em epiderme de cebola; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445895).

Os zoosporângios dos isolados examinados concordam com Sparrow (1966), embora tenham mostrado menor plasticidade morfológica. Esta espécie foi citada no Brasil por Booth (1979) de solo de dunas de Cananéia; no entanto, o autor não descreveu o espécime coletado.

***Phlyctochytrium mucronatum*** Canter, *Transactions of the British Mycological Society* 32: 240. 1949. Figuras 17-18

Talo eucárpico, monocêntrico, extramatrical. Sistema rizoidal delicado, pouco ramificado, com um eixo principal surgindo a partir de uma grande apófise oval, 5-10 × 4-8 µm. Zoosporângios inoperculados, hialinos, esféricos, 15-25 µm diâm., piriformes, 23-30 × 25-26 µm e irregulares, ornamentados com finos espinhos laterais em forma de Y e um grande espinho piramidal apical de 5-10 × 7-8 µm. Liberação dos zoósporos e formação de esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de solo, 7-XI-2012; em grãos de pólen de *Pinus* sp.; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445896).

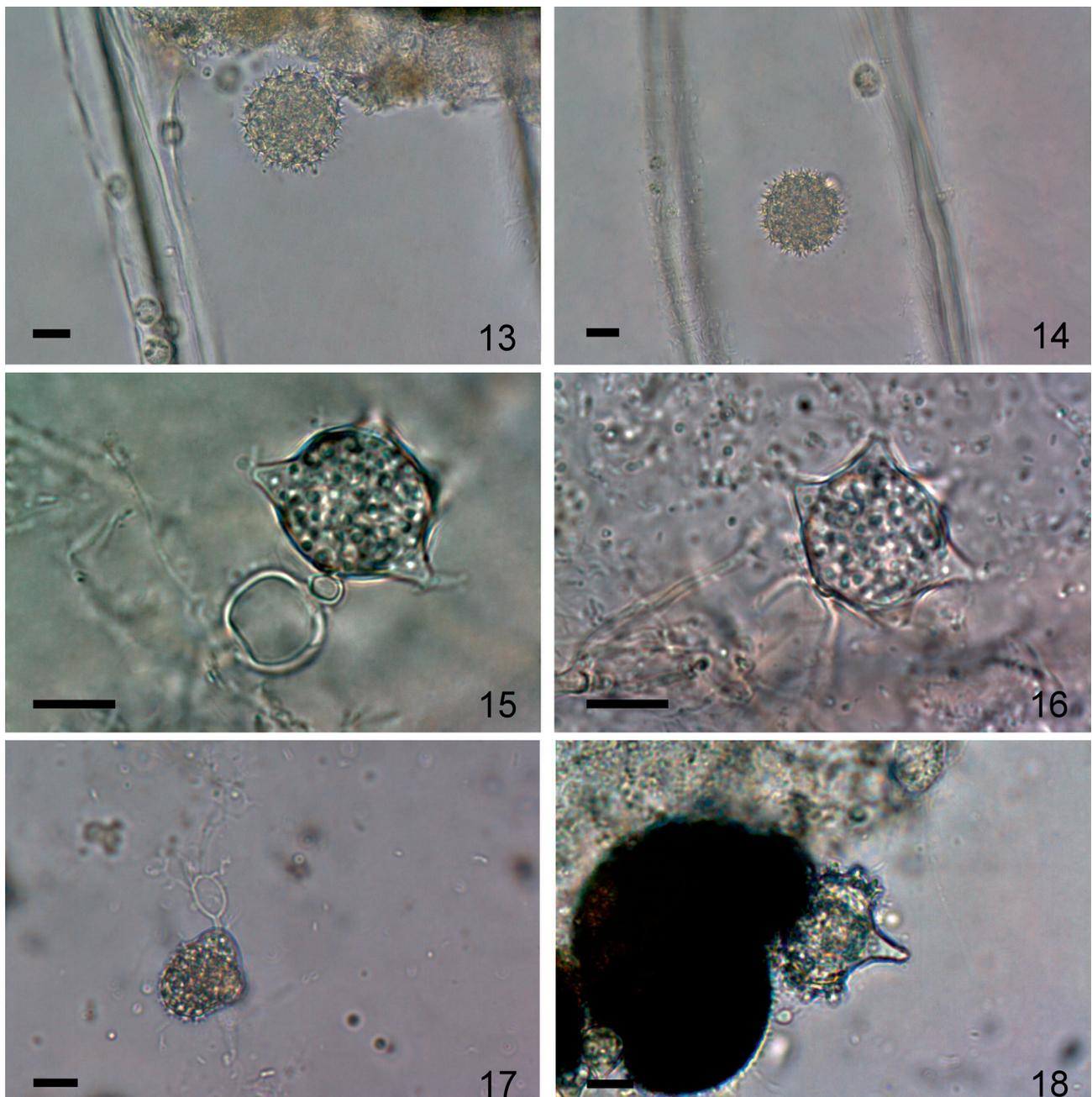
Os zoosporângios dos espécimes examinados concordam com Canter (1949) e Rocha (2002). O tamanho do espinho piramidal apical concorda com Rocha (2002), mas as medidas são maiores que as originalmente descritas por Canter (1949) que citou 1,4-5,2 × 0,9-4,3 µm. A apófise também é maior que a descrita por Canter (1949), que citou 1-3 × 3-5 µm. A espécie foi citada pela primeira vez para o Brasil por Rocha (2002), sendo esta a segunda citação para o país e primeira para o Estado de São Paulo.

***Rhizidium verrucosum*** Karling, *American Journal of Botany* 31: 255. 1944.

Figura 19

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Sistema rizoidal formado por um eixo principal de base ramificada. Zoosporângios inoperculados, ornamentados, esféricos, 20-32 µm diâm., coloração âmbar; ornamentações verrucosas. Liberação dos zoósporos e formação de esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de solo, 22-VIII-2012, 5-VII-2013; em ecdise de cobra; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445898).



Figuras 13-18. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 13-14. *Phlyctochytrium aureliae* Ajello. Zoosporângio ornamentado com espinhos bifurcados. 15-16. *Phlyctochytrium furcatum* Sparrow. 15-16. Zoosporângios ornamentados e presença de apófise composta. 17-18. *Phlyctochytrium mucronatum* Canter. 17. Zoosporângio apofisado. 18. Zoosporângio com espinho apical piramidal crescendo em grão de pólen. Barra = 10 µm.

Figures 13-18. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 13-14. *Phlyctochytrium aureliae* Ajello. Zoosporangium ornamented with forked spines. 15-16. *Phlyctochytrium furcatum* Sparrow. 15. Ornamented zoosporangia and presence of compound apophysis. 17-18. *Phlyctochytrium mucronatum* Canter. 17. Zoosporangium with apophysis. 18. Zoosporangium with pyramidal apical spine in pollen grain. Bar = 10 µm.

Os zoosporângios dos isolados examinados são menores que os descritos por Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2012), que citaram 22,5-75 µm diâm. Esta espécie foi descrita por Karling (1944) em substrato quitinoso (exúvia de insetos) e celulósico (epiderme de cebola); no entanto, os isolados do PEIC cresceram somente sobre substrato queratinoso (ecdise de cobra), como também mencionado por Pires-Zottarelli & Gomes (2007).

*Septosperma rhizophydii* Whiffen ex Blackwell & Powell, Mycotaxon 42: 45. 1991.

Figura 20

Talo eucárpico, monocêntrico, epi-endobiótico. Zoosporângios lisos, inoperculados, hialinos, esféricos, 5-15 µm diâm.; subesféricos, 10-12,5 × 7,5-12,5 µm e ovais, 7,5-12,5 × 5-7,5 µm. Liberação dos zoósporos não observada. Esporos de resistência abundantes, hialinos, clavados, 15-22,5 × 5-7,5 µm, sesséis ou pedunculados, divididos em duas porções distintas, a basal vazia e a apical com um a vários glóbulos lipídicos; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de solo, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 4-VI-2013, 5-VII-2013; parasita em *Rhizophyidium* sp.; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445889).

Os zoosporângios concordam com as descrições de Whiffen (1942), Milanez (1974) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012), mas são pouco menores que os descritos por Pires-Zottarelli & Gomes (2007), que citaram zoosporângios 12-15 × 6-11 µm. Os esporos de resistência concordam com Milanez (1974), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012), mas são maiores que os descritos por Whiffen (1942), que descreveu 4,1-16,4 × 5,1-6,1 µm. É a única espécie do gênero de ocorrência no Brasil (Pires-Zottarelli, 2014).

#### ENDOCHYTRIACEAE

*Entophlyctis luteolus* Longcore, Mycologia 87: 27. 1995.

Figuras 21-24

Talo monocêntrico, eucárpico, epibiótico ou endobiótico. Sistema rizoidal delicado, normalmente com dois eixos e pequenas dilatações na base dos rizóides. Zoosporângios hialinos, inoperculados, parede lisa, esféricos, 20-37,5 µm diâm.; 1 ou 2 tubos

de liberação de 10-62,5 µm compr. Zoósporos hialinos, encistados, 4-6 µm diâm. com uma grande gotícula lipídica. Esporos de resistência esféricos, 12,5-20 µm diâm. de conteúdo granular, parede lisa, amarelada, 2-3 µm de espessura e porção interna serrilhada, funcionando como prosperângio.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 21-VIII-2012; e amostras de solo, 21-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 4-VII-2013; em epiderme de cebola e palha de milho; *G.H. Jerônimo s.n.* (CCIBt4018; SP445883).

Os zoosporângios observados concordam com os descritos por Longcore (1995) e Pires-Zottarelli *et al.* (2007). O tamanho dos esporos de resistência e zoósporos concordam com Longcore (1995) e Pires-Zottarelli *et al.* (2007). Entre os espécimes observados no PEIC, os esporos de resistência funcionaram como prosperângios, principalmente em isolados velhos, como também relatado por Longcore (1995) e Pires-Zottarelli *et al.* (2007).

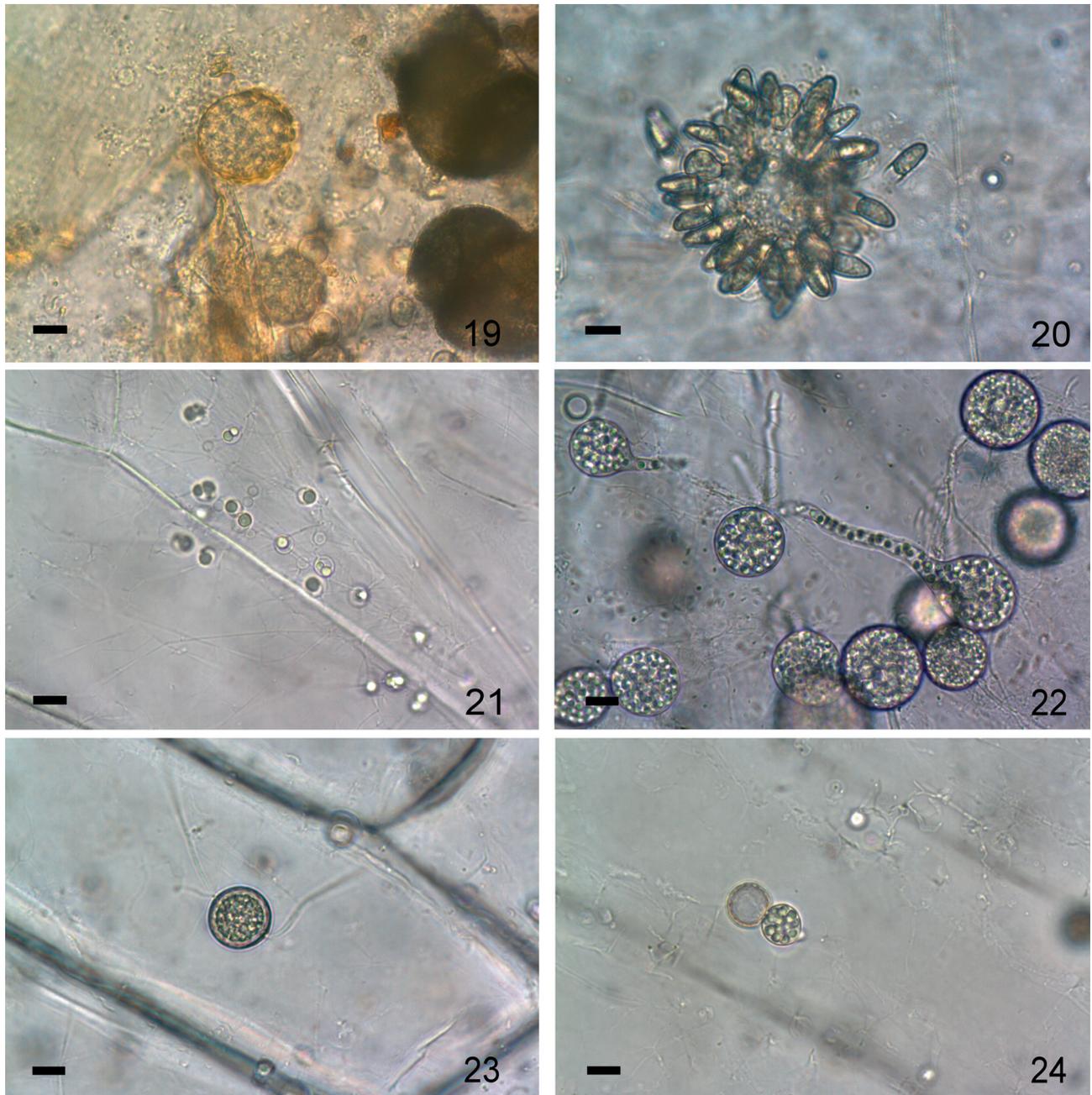
*Entophlyctis lobata* Willoughby & Townley, Transactions of the British Mycological Society 44: 180. 1961.

Figuras 25-26

Talo monocêntrico, eucárpico, intramatricial. Sistema rizoidal extenso e muito ramificado. Zoosporângios inoperculados, com ornamentações lobuladas e/ou papiladas, raramente lisos, subesféricos, 17,5-27,5 × 15-25 µm; esféricos, 22,5-32,5 µm diâm., alguns irregulares. Zoósporos com uma gotícula lipídica alaranjada. Esporos de resistência lobulados, com porção interna alaranjada, subesféricos, 22,5-25 × 20-22,5 µm; esféricos, 18-25 µm diâm.; e ovais, 18-20 × 12-15 µm; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 4-VI-2013; em larvas de insetos da ordem *Odonata*; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445882).

Os zoosporângios do espécime examinado são menores que os citados por Willoughby & Townley (1961) e Rocha (2002), que citaram zoosporângios esféricos de 12-50 µm diâm. e 15-50 µm diâm., respectivamente. Os esporos de resistência concordam com os descritos por Willoughby & Townley (1961) e Rocha (2002). Os isolados do PEIC não produziram tubos de liberação dos zoósporos ou os tubos produzidos foram muito curtos e as ornamentações



Figuras 19-24. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 19. *Rhizidium verrucosum* Karling. Zoosporângio ornamentado. 20. *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex Blackwell & Powell. Zoosporângios e esporos de resistência. 21-24. *Entophlyctis luteolus* Longcore. 21. Cisto do zoósporo. 22. Zoosporângios com tubo de liberação dos zoósporos. 23. Esporo de resistência. 24. Prosperângio. Barra = 10 µm.

Figures 19-24. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 19. *Rhizidium verrucosum* Karling. Ornamented zoosporangium. 20. *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex Blackwell & Powell. Zoosporangia and resting spores. 21-24. *Entophlyctis luteolus* Longcore. 21. Zoospore cyst. 22. Zoosporangia with zoospore releasing tubes. 23. Resting spores. 24. Prosperangium. Bar = 10 µm.

lobuladas dos zoosporângios mascararam a observação da estrutura, fato também mencionado por Willoughby & Townley (1961). É a primeira citação para o Estado de São Paulo.

***Diplophlyctis asteroidea*** Dogma, Transactions of the British Mycological Society 67: 255. 1976.

Figuras 27-28

Talo monocêntrico, eucárpico, intramatricial. Sistema rizoidal bem desenvolvido. Zoosporângios inoperculados, lisos, hialinos, apofisados, 10-17,5 µm diâm.; esféricos, 22,5-32,5 µm diâm.; subesféricos, 25-35 × 22,5-32,5 µm e ovais 25-47,5 × 22,5-35 µm, alguns irregulares e lobulados, com 1 ou 2 papilas ou tubos de descarga por zoosporângio. Zoósporos esféricos, 2-4 µm diâm.; e ovais 3-4 × 2-3 µm, com uma pequena gotícula lipídica hialina. Esporos de resistência apofisados, esféricos, 22,5-27,5 µm diâm.; subesféricos, 20-25 × 22,5-27,5 µm e ovais 20-25 × 25-32,5 µm, com ornamentações cônicas, conteúdo hialino, com 1 a 3 grandes glóbulos refrativos; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 7-XI-2012; e amostra de solo, 6-XI-2012; exoesqueleto de camarão; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445885).

O tamanho dos zoosporângios e esporos de resistência observados concordam com Dogma (1976), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Pires-Zottarelli & Rocha (2007).

***Diplophlyctis complicata*** (Willoughby) Dogma, Nova Hedwigia 25: 144. 1974. Basiônimo: *Nephrochytrium complicatum* Willoughby, Nova Hedwigia 3: 440. 1962.

Figuras 29-30

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatricial. Sistema rizoidal extensivo e ramificado. Zoosporângios lisos, inoperculados, irregulares, 15-42,5 × 15-37,5 µm, com vestígio dos cistos dos zoósporos; zoosporângios de resistência de conteúdo hialino, granular e parede amarelada espessa. Zoósporos encistados, 5 µm diâm., com um glóbulo lipídico hialino. Esporos de resistência apofisados, parede ornamentada com estruturas cônicas semelhantes a espinhos espessos, coloração variando entre âmbar e amarelo, esféricos, 25-40 µm diâm., funcionando como zoosporângios na germinação.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de

água, 21-VIII-2012; e amostra de solo, 6-XI-2012; em exoesqueleto de camarão; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445886).

Os zoosporângios dos isolados do PEIC são menores que os descritos por Dogma (1974), Pires-Zottarelli (1999) e Rocha & Pires-Zottarelli (2002), que citaram zoosporângios de 12-80 × 7-65 µm, mas são semelhantes aos descritos por Pires-Zottarelli & Rocha (2007). Os zoósporos observados concordam com Pires-Zottarelli & Rocha (2007), mas são menores que na descrição de Dogma (1974), que citou zoósporos ovais entre 5,5-6,5 × 3,5-4,5 µm e na de Rocha & Pires-Zottarelli (2002) que citaram até 7,5 µm diâm. Os esporos de resistência concordam com Dogma (1974), mas são maiores que nas descrições de Rocha & Pires-Zottarelli (2002) e Pires-Zottarelli & Rocha (2007) que mencionaram dimensões de 17,5-25 µm e 20-25 µm, respectivamente. Essa espécie foi descrita pela primeira vez para o país por Schoenlein-Crusius *et al.* (2006) para a cidade de Cubatão, Estado de São Paulo.

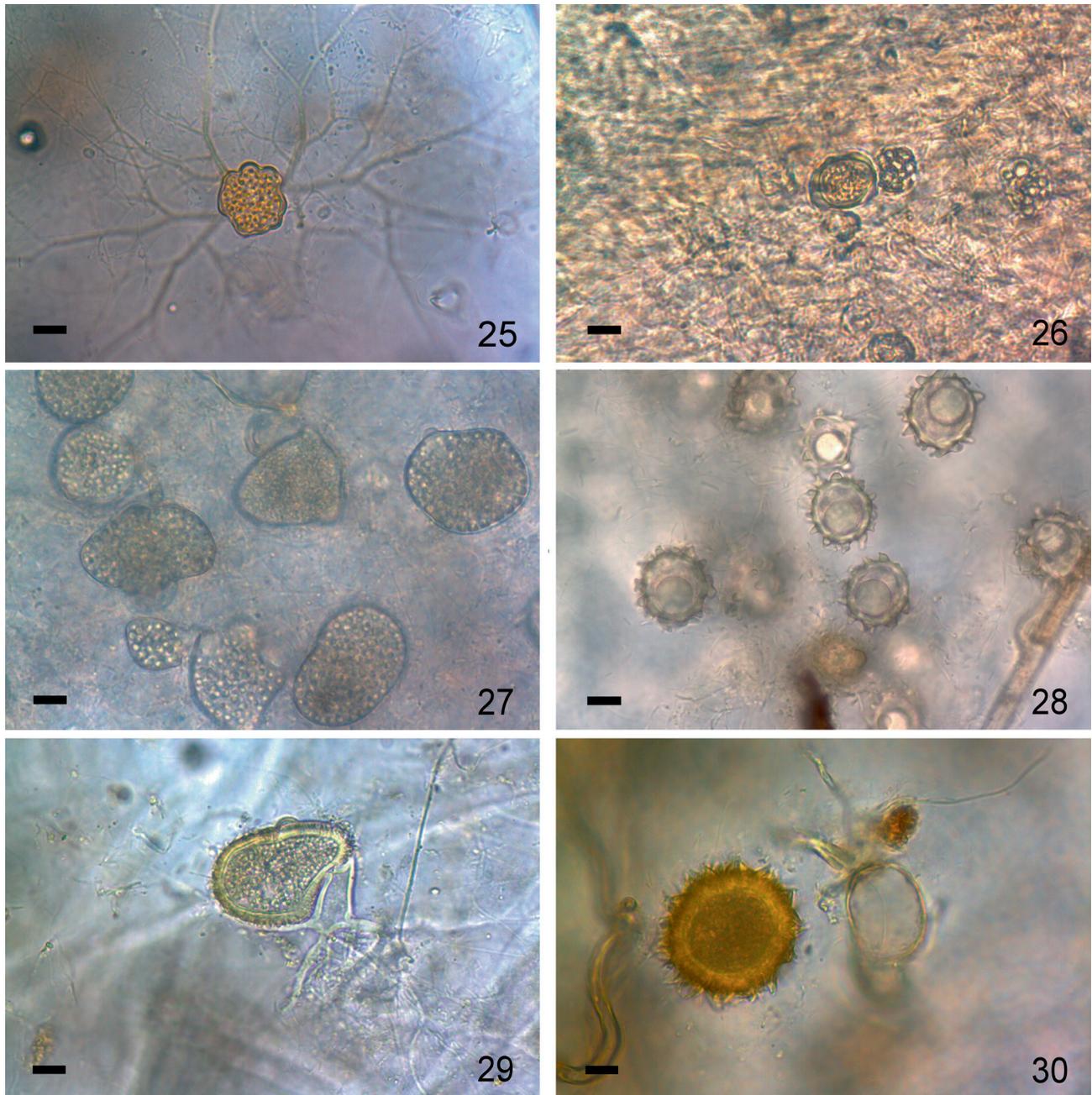
***Diplophlyctis intestina*** (Schenk) J. Schröet., Engler and Prantl, Natürlichem Pflanzenfam 1: 78. 1892. Basiônimo: *Rhizidium intestinum* Schenk, Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreiche 8: 5. 1858.

Figuras 31-32

Talo eucárpico, monocêntrico, intramatricial. Sistema rizoidal ramificado formando vários eixos a partir de uma apófise basal, hemisférica, 5-10 × 10-15 µm e esférica, 7,5-10 µm diâm. Zoosporângios lisos, hialinos, inoperculados, apofisados, esféricos, 12,5-27,5 µm diâm. e subesféricos, 12,5-35 × 15-27,5 µm, formando um único tubo de liberação dos zoósporos muito longo, de até 150 µm compr. Zoósporos encistados, ca. 5 µm diâm., com uma única gotícula lipídica hialina. Esporos de resistência castanhos, parede espessa, apofisados, ornamentados com finos filamentos semelhantes a espinhos compactos, esféricos, 17,5-22,5 µm diâm. e hemisféricos, 17,5-22,5 × 20-22,5 µm; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 6-XI-2012, 7-XI-2012, 4-VII-2013; em epiderme de cebola; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445887).

Os zoosporângios examinados são menores que os descritos por Sparrow (1960) e Nascimento & Pires-



Figuras 25-30. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 25-26. *Entophlyctis lobata* Willoughby & Townley. 25. Zoosporângio. 26. Esporo de resistência. 27-28. *Diplophlyctis asteroidea* Dogma. 27. Zoosporângios. 28. Esporos de resistência. 29-30. *Diplophlyctis complicata* (Willoughby) Dogma. 29. Zoosporângio de resistência. 30. Esporo de resistência. Barra= 10 µm.

Figures 25-30. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 25-26. *Entophlyctis lobata* Willoughby & Townley. 25. Zoosporangium. 26. Resting spore. 27-28. *Diplophlyctis asteroidea* Dogma. 27. Zoosporangia. 28. Resting spores. 29-30. *Diplophlyctis complicata* (Willoughby) Dogma. 29. Resting zoosporangium. 30. Resting spore. Bar= 10 µm.

Zottarelli (2009), que citaram zoosporângios acima de 80 µm diâm. e de 17,5-75 µm diâm., respectivamente, mas se aproximam da descrição de Jesus *et al.* (2013). A apófise dos zoosporângios são maiores que as descritas por Sparrow (1960), que citou entre 3-6 µm diâm., mas novamente concorda com Jesus *et al.* (2013). Os zoósporos concordam com Sparrow (1960), mas os esporos de resistência são menores que os descritos Sparrow (1960) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009), que citaram, respectivamente, dimensões de 22-28 µm diâm. e 20-30 µm diâm.

***Diplophlyctis sarcoptoides*** (Petersen) Dogma, Nova Hedwigia 25: 122. 1974. Basiônimo: *Asterophlyctis sarcoptoides* Petersen, Journal de Botanique 17: 218. 1903.

Figuras 33-34

Talo eucárpico, monocêntrico, intramatricial. Sistema rizoidal fino e delicado, geralmente com dois eixos surgindo a partir de uma apófise hemisférica, 5-8 × 9-12 µm. Zoosporângios inoperculados, apofisados, hialinos, subesféricos, 23-25 × 20-22, hemisféricos 15-35 × 20-44 µm e irregulares; ornamentações papiladas ou espinhosas distribuídas por toda a superfície do zoosporângio. Liberação dos zoósporos e formação de estruturas de resistência não observadas.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 4-VIII-2013; em exoesqueleto de camarão; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP 445888).

O tamanho dos zoosporângios e apófise dos isolados examinados são semelhantes aos descritos por Sparrow (1960) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009). Essa espécie foi descrita pela primeira vez para o Brasil por Karling (1945a) para o Estado de Rondônia, ainda sob a denominação de *Asterophlyctis sarcoptoides*.

## CLADOCHYTRIALES

### CLADOCHYTRIACEAE

***Cladochytrium replicatum*** Karling, American Journal of Botany 18: 538. 1931.

Figuras 35-36

Talo eucárpico, policêntrico, intramatricial. Sistema rizoidal extensivo, delicado, consistindo de finos filamentos ramificados, com uma a várias células turbinadas intercalares. Zoosporângios lisos, inoperculados, não apofisados, normalmente

terminais, esféricos, 10-20 µm diâm., e ovais, 14-22 × 10-18 µm, produzindo um único tubo de liberação de 5-12 µm compr. Zoósporos encistados, 5-7,5 µm diâm., com uma única gotícula lipídica alaranjada, variando de 7 a 12 por zoosporângio. Esporos de resistência esféricos, 12,5-17,5 µm diâm. e ovais, 17,5-19 × 12,5-16 µm, com um grande glóbulo lipídico alaranjado; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 27-II-2013, 4-VII-2013, 5-VII-2013; e amostras de solo, 21-VIII-2012, 6-XI-2012; em epiderme de cebola e palha de milho; *G.H. Jerônimo s.n.* (CCIBt4014; SP445868).

As características dos zoosporângios e zoósporos concordam com as descrições de Karling (1931), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009). Os esporos de resistência concordam com as descrições de Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012).

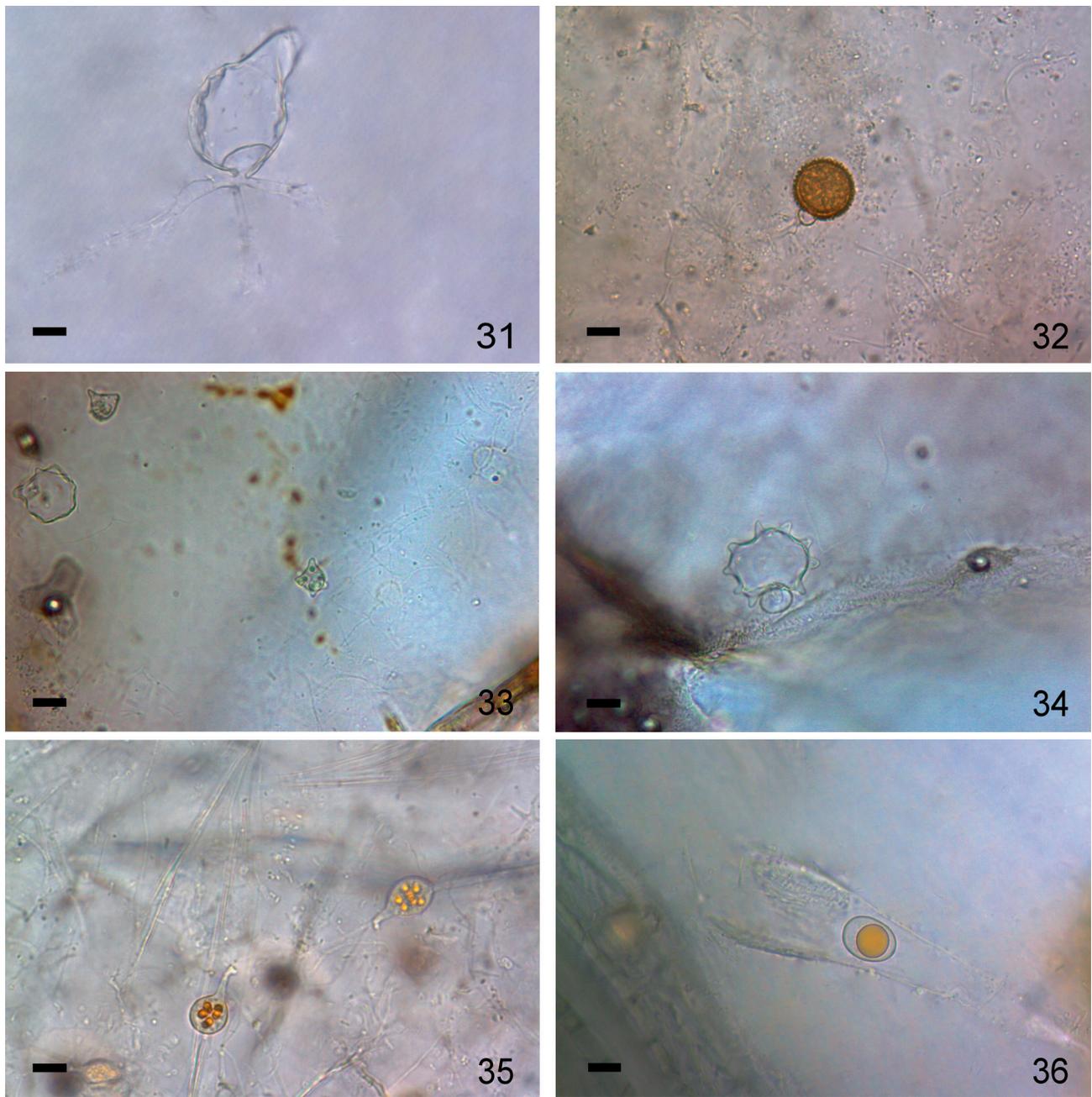
***Cladochytrium tenue*** Nowak., Cohn Beiträge zur Biologie der Pflagen 2: 92. 1877.

Figuras 37-39

Talo eucárpico, policêntrico, extra-intramatricial. Rizomicélio extensivo, com numerosas células turbinadas fusiformes, 10-26 × 7-12 µm, ovais, 10-14 × 8-12,5 µm e células intercalares hialinas, esféricas 12,5-17,5 µm diâm., e subesféricas 12,5-15 × 10-12,5 µm. Zoosporângios inoperculados, lisos, delicados, terminais, piriformes, 15-25 × 12,5-17,5 µm; esféricos, 12,5-17,5 µm diâm.; e ovais, 15-20 × 12,5-17,5 µm. Zoósporos encistados, ca. 5 µm diâm. com uma gotícula lipídica hialina. Esporos de resistência hialinos, lisos, esféricos, 12,5-17,5 µm diâm.; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 27-II-2013, 5-VII-2013; e amostras de solo, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 6-XI-2012, 7-XI-2012, 26-II-2013, 4-VII-2013; em epiderme de cebola; *G.H. Jerônimo s.n.* (CCIBt4013; SP445867).

O tamanho dos zoosporângios, esporos de resistência e zoósporos dos isolados do PEIC concordam com o relatado por Nowakowski (1877), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012); no entanto, apresentam



Figuras 31-36. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 31-32. *Diplophlyctis intestina* (Schenk) Schröeter. 31. Zoosporângio. 32. Esporo de resistência. 33-34. *Diplophlyctis sarcoptoides* (Petersen) Dogma. 33. Início do desenvolvimento do talo. 34. Zoosporângio ornamentado com papilas. 35-36. *Cladochytrium replicatum* Karling. 35. Zoosporângios com tubos de liberação dos zoósporos. 36. Esporo de resistência. Barra = 10 µm.

Figures 31-36. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 31-32. *Diplophlyctis intestina* (Schenk) Schröeter. 31. Zoosporangium. 32. Resting spores. 33-34. *Diplophlyctis sarcoptoides* (Petersen) Dogma. 33. Early development of the thallus. 34. Zoosporangium ornamented with papillae. 35-36. *Cladochytrium replicatum* Karling. 35. Zoosporangia with zoospore releasing tubes. 36. Resting spores. Bar = 10 µm.

células turbinadas maiores que os descritos por Karling (1945b) para os espécimes brasileiros, o qual citou de  $9-12 \times 6-8 \mu\text{m}$ , mas concorda com o relatado por Nascimento & Pires-Zottarelli (2009).

*Polychytrium aggregatum* Ajello, Mycologia 34: 442. 1942.

Figuras 40-42

Talo policêntrico, com rizomicélio extensivo, ramificado, hialino, tornando-se marrom-amarelados na maturidade. Zoosporângios inoperculados, não apofisados, hialinos quando jovens, tornando-se marrom-amarelados na maturidade, lisos ou ornamentados, intercalares ou terminais, esféricos,  $17,5-30 \mu\text{m}$  diâm. e piriformes,  $20-32,5 \times 17,5-30 \mu\text{m}$ , formando agregados de dois ou mais; ornamentações papiladas ou tuberculadas. Zoósporos esféricos,  $5-7 \mu\text{m}$  diâm. com numerosas gotículas lipídicas. Estrutura de resistência não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 22-VIII-2012, 6-XI-2012, 7-XI-2012, 26-II-2013, 27-II-2013, 5-VI-2013; e amostras de solo, 22-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 4-VI-2013; em exoesqueleto de camarão e ecdise de cobra; *G.H. Jerônimo s.n.* (CCIBt4017, SP445878).

Os zoosporângios observados estão de acordo com Ajello (1942) e Pires-Zottarelli & Gomes (2007); no entanto, os zoósporos são pouco maiores que os descritos por Ajello (1942) e Pires-Zottarelli & Gomes (2007), que citaram zoósporos esféricos  $4,4-5,5 \mu\text{m}$  diâm. e  $5-6 \mu\text{m}$  diâm., respectivamente. Embora Ajello (1942) tenha descrito essa espécie pela primeira vez como saprofítica em substratos vegetais em New Jersey, Estados Unidos da América é mais comumente encontrada em substratos quitinosos e queratinosos (Pires-Zottarelli & Gomes 2007; Nascimento & Pires-Zottarelli 2012).

#### NOWAKOWSKIELLACEAE

*Nowakowskiella hemisphaerospora* Shanor, American Journal of Botany 29: 174. 1942.

Figuras 43-45

Talo eucárpico, policêntrico, extra-intramatrical. Rizomicélio muito ramificado, extenso, hialino, apresentando dilatações fusiformes não septadas. Zoosporângios hialinos, lisos, operculados, normalmente terminais ou laterais, piriformes,  $20-28 \times 16-24 \mu\text{m}$  e ovais,  $20-34 \times 16-24 \mu\text{m}$ . Zoósporos

encistados,  $3 \mu\text{m}$  diâm., com uma gotícula lipídica hialina. Esporos de resistência intercalares e terminais, parede lisa, alongados,  $17,5-22,5 \times 12,5-15 \mu\text{m}$ , hemisféricos  $15-20 \times 12,5-15 \mu\text{m}$  e irregulares; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 6-XI-2012, 26-II-2013, 4-VII-2013; em celofane, epiderme de cebola e palha de milho; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445870).

Os zoosporângios são pouco maiores que os descritos por Shanor (1942) e menores que os descritos por Pires-Zottarelli & Rocha (2007), que citaram respectivamente zoosporângios de  $7,5-14,2 \times 9,5-28,4 \mu\text{m}$  e de  $40-50 \times 35-40 \mu\text{m}$ ; no entanto, os zoósporos e esporos de resistência são similares aos descritos por esses autores.

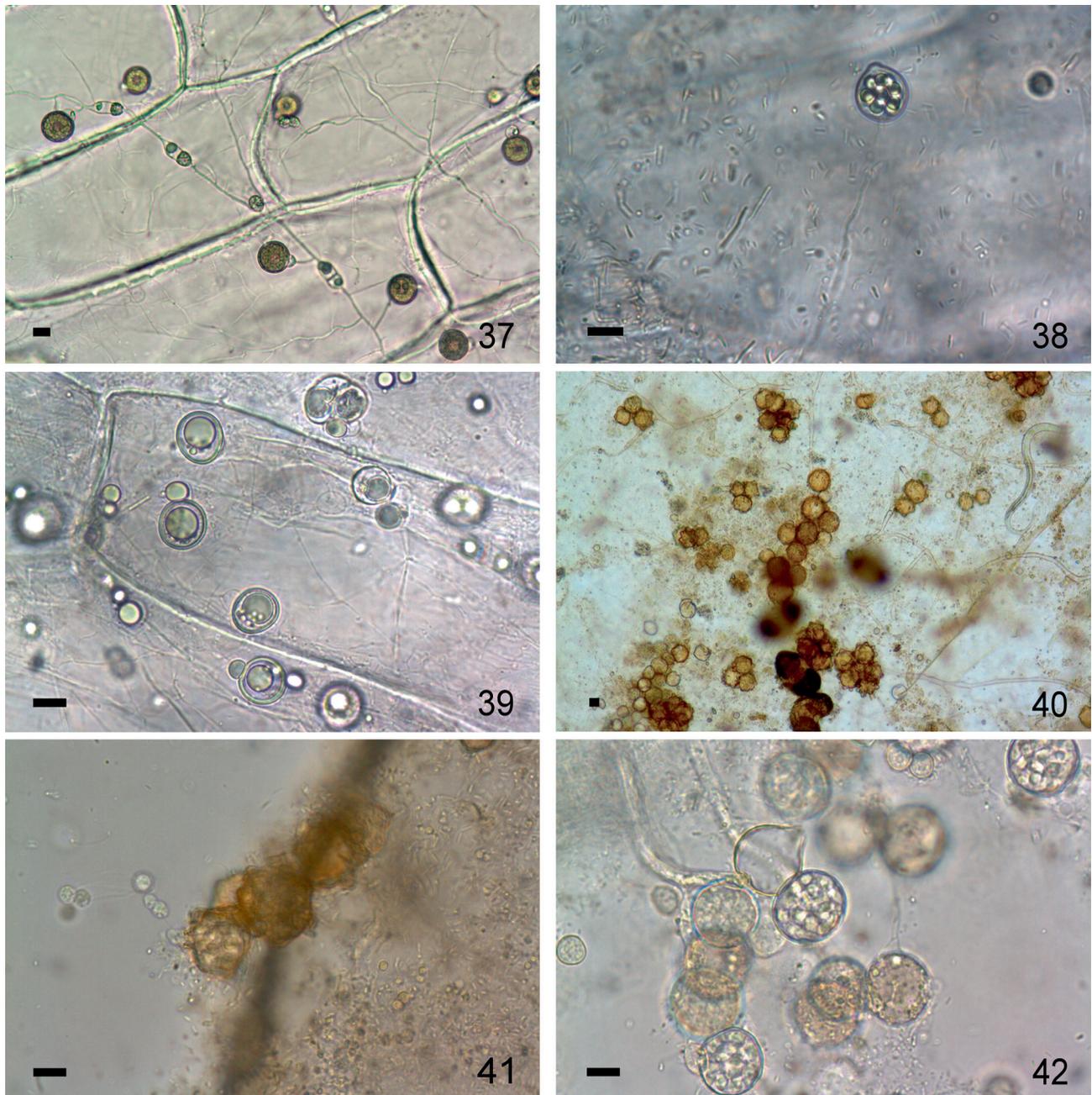
*Nowakowskiella multispora* Karling, Sydowia 17: 314. 1964.

Figuras 46-48

Talo eucárpico, policêntrico, extra-intramatrical. Rizomicélio profuso e constricto com numerosas dilatações fusiformes, não septadas,  $8-10 \times 4-7 \mu\text{m}$ . Zoosporângios hialinos, lisos, operculados, não apofisados, normalmente terminais, obpiriformes,  $22,5-47,5 \times 12,5-22,5 \mu\text{m}$ ; ovais,  $22,5-25 \times 17,5-20 \mu\text{m}$  e elípticos,  $10-20 \times 20-27,5 \mu\text{m}$ . Zoósporos encistados, ca.  $5 \mu\text{m}$  diâm., com uma pequena gotícula lipídica. Esporos de resistência abundantes, normalmente intercalares, hialinos, lisos, ovais,  $12,5-17,5 \times 10-12,5 \mu\text{m}$ , alguns esféricos,  $12,5-15 \mu\text{m}$  diâm., contendo numerosos glóbulos lipídicos; germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 21-VIII-2012, 6-XI-2012, 26-II-2013, 4-VII-2013; em celofane; *G.H. Jerônimo s.n.* (CCIBt4015; SP445869).

Karling (1964) relatou a presença de zoosporângios endo e exoperculados; no entanto, somente os zoosporângios exoperculados foram observados nos espécimes analisados. Karling (1964) citou também zoosporângios, esporos de resistência e zoósporos de  $12-16 \times 20-32 \mu\text{m}$ ,  $15-30 \mu\text{m}$  e  $3-3,9 \mu\text{m}$  diâm., respectivamente, mensurações menores que as encontradas para os isolados do PEIC; no entanto, os esporos de resistência dos isolados examinados concordam com Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012). Embora



Figuras 37-42. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 37-39. *Cladochytrium tenue* Nowakowski. 37. Rizomicélio com células intercalares. 38. Zoosporângio. 39. Esporos de resistência. 40-42. *Polychytrium aggregatum* Ajello. 40. Aspecto geral. 41. Zoosporângios liberando zoósporos. 42. Zoosporângios lisos. Barra = 10 µm.

Figures 37-42. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 37-39. *Cladochytrium tenue* Nowakowski. 37. Rhizomycelium with intercalary cells. 38. Zoosporangium. 39. Resting spores. 40-42. *Polychytrium aggregatum* Ajello. 40. General aspect. 41. Zoosporangia releasing zoospores. 42. Smooth zoosporangia. Bar = 10 µm.

Karling (1964) tenha apontado a primeira ocorrência desta espécie para amostras de solo do distrito de Rhamnád, Índia, todos os espécimes examinados ocorreram em água, o mesmo observado por Pires-Zottarelli (1999) e Pires-Zottarelli & Gomes (2007).

## RHIZOPHYDIALES RHIZOPHYDIACEAE

*Rhizophydium coronum* Hanson, Torreyia 44: 31. 1944.

Figura 49

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Rizóides extensos, ramificados, com um eixo frequentemente proeminente e muito prolongado. Zoosporângios lisos, hialinos, inoperculados, esféricos, 17,5-41,5 µm diâm. e ovais, 45-47 × 34-45 µm, com halos concêntricos em torno do zoosporângio em desenvolvimento, normalmente um na maturidade. Zoósporos encistados, 2-3 µm diâm., com uma grande gotícula lipídica hialina. Esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 6-XI-2012; e amostras de solo, 22-VIII-2012, 7-XI-2012, 4-VII-2013, 5-VII-2013; em ecdise de cobra; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445890).

Esta espécie foi descrita, pela primeira vez para o Brasil, por Booth (1979) em amostras de solo de dunas de Cananéia. O tamanho dos zoosporângios concorda com os descritos por Hanson (1944), mas são pouco maiores que os descritos por Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2012), que citaram zoosporângios esféricos de 25-35 µm diâm. e ovais de 37-41 × 34-36 µm, respectivamente. Os zoósporos são pouco menores que os descritos por Hanson (1944), que citou entre 3,7-4,5 µm diâm.

*Rhizophydium elyense* Sparrow, Transactions of the British Mycological Society 40: 525. 1957.

Figura 50

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Sistema rizoidal fino, delicado, ramificado, surgindo da base do zoosporângio com um eixo principal. Zoosporângios sésseis, hialinos, esféricos, 10-36 µm diâm., ou predominantemente angulares ou poliédricos, 12,5-27 × 10-27 µm, formado entre 2 a 5 papilas para liberação dos zoósporos; parede fina e lisa. Zoósporos esféricos de 2,5-4 µm diâm., com uma única gotícula lipídica hialina. Esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostra de água, 6-XI-2012, e amostras de solo, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 4-VII-2013, 5-VII-2013; em ecdise de cobra; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445891).

Os zoosporângios dos isolados do PEIC concordam com as descrições de Sparrow (1957), Rocha & Pires-Zottarelli (2002), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012). Os zoósporos são menores que os descritos por Rocha & Pires-Zottarelli (2002), que citaram zoósporos esféricos de ca. 7,5 µm diâm. Esporos de resistência não foram observados, o mesmo ocorrendo nas descrições de Sparrow (1957), Rocha & Pires-Zottarelli (2002), Pires-Zottarelli & Gomes (2007) e Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012).

*Rhizophydium sphaerotheca* Zopf, Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle 17: 92. 1887.

Figura 51

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Sistema rizoidal curto, delicado, levemente dilatado e ramificado. Zoosporângios esféricos, 12,5-32,5 µm diâm., lisos, hialinos, inoperculados, com 2 a 3 papilas de liberação dos zoósporos. Zoósporos encistados 2,5-5 µm diâm, com um único glóbulo lipídico hialino. Esporos de resistência não observados.

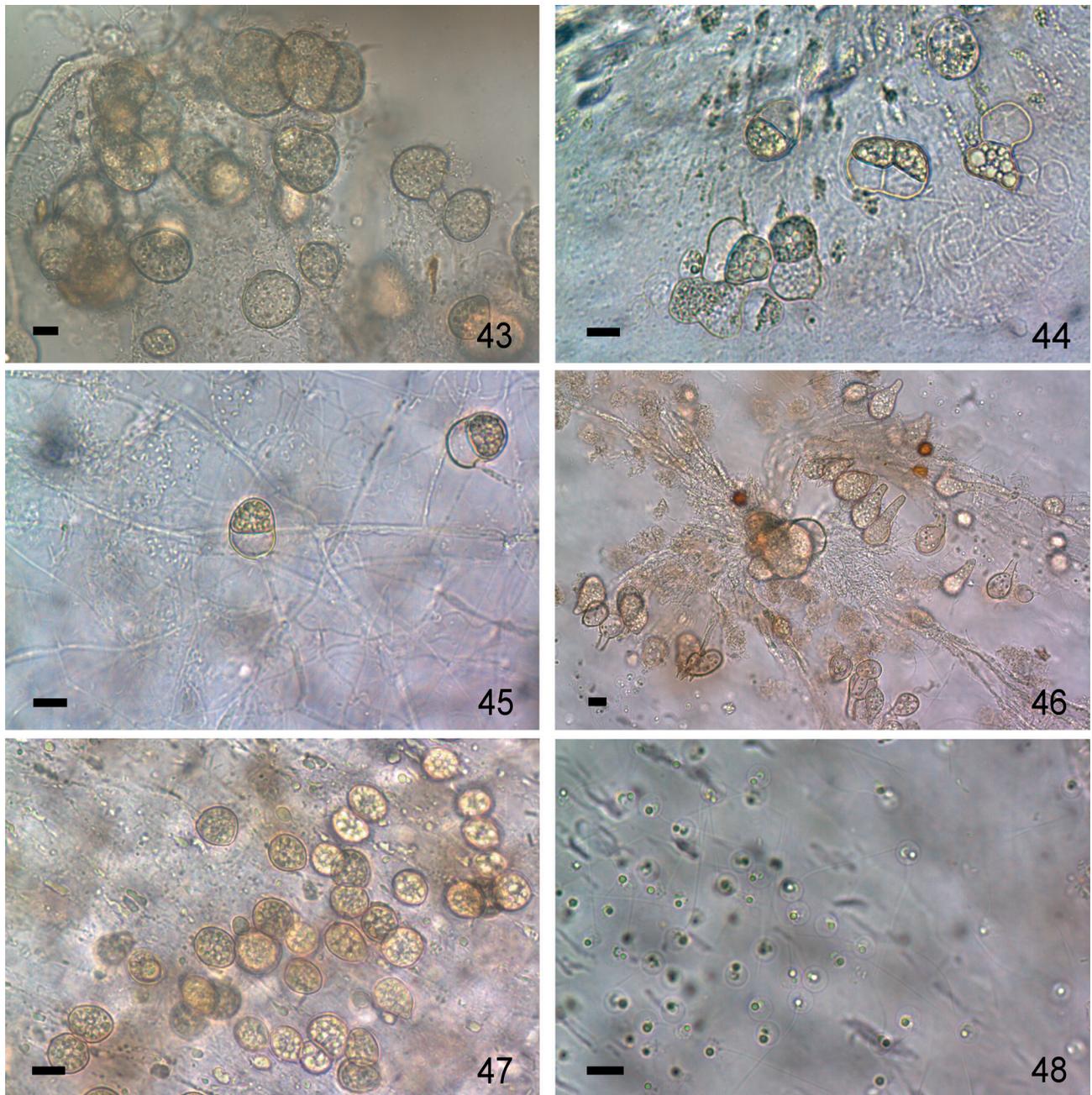
Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de solo, 21-VIII-2012, 22-VIII-2012, 7-XI-2012, 26-II-2013, 5-VII-2013; em epiderme de cebola e grãos de pólen de *Pinus* sp.; *G.H. Jerônimo s.n.* (CCIBt4019; SP445892).

De acordo com Sparrow (1960), esta espécie é muito similar a *Rhizophydium pollinis-pini* (A. Braun) Zopf, mas diferem pelo número e posição dos poros de liberação, que em *R. pollinis-pini* é somente um na maturidade. As características dos zoosporângios e zoósporos estão de acordo com as descrições de Sparrow (1960) e Pires-Zottarelli & Gomes (2007).

*Rhizophydium stipitatum* Sparrow, Transactions of the British Mycological Society 40: 527. 1957.

Figuras 52-53

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Sistema rizoidal pedunculado, extramatrical, saindo da base do zoosporângio. Zoosporângios lisos, hialinos, esféricos, 14-26 µm diâm. Zoósporos encistados,



Figuras 43-48. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 43-45. *Nowakowskiella hemisphaerospora* Shanor. 42. Zoosporângios. 44-45. Esporos de resistência. 46-48. *Nowakowskiella multispora* Karling. 46. Zoosporângios. 47. Esporos de resistência. 48. Zoósporos. Barra = 10 µm.

Figures 43-48. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 43-45. *Nowakowskiella hemisphaerospora* Shanor. 42. Zoosporangia. 44-45. Resting spores. 46-48. *Nowakowskiella multispora* Karling. 46. Zoosporangia. 47. Resting spores. 48. Zoospores. Bar = 10µm.

ca. 3 µm diâm., com uma única gotícula lipídica hialina, formando um pedúnculo característico quando no substrato. Esporos de resistência não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de solo, 6-XI-2012, 4-VII-2013, 5-VII-2013; em grãos de pólen de *Pinus* sp.; *G. H. Jerônimo s.n.* (SP445893).

A espécie apresenta um típico sistema rizoidal pedunculado. Os zoosporângios dos isolados do PEIC são muito menores que os descritos por Sparrow (1957), que citou zoosporângios esféricos de 55-107 µm diâm., mas concorda com Pires-Zottarelli & Gomes (2007), Nascimento & Pires-Zottarelli (2009, 2012). O tamanho dos zoósporos concorda com estes autores.

## MONOBLEPHARIDOMYCETES

### MONOBLEPHARIDALES

#### GONAPODYACEAE

*Gonapodya prolifera* (Cornu) A. Fisch., Rabenhorst Kryptogamenflora 1: 382. 1892. Basiônimo: *Monoblepharis prolifera* Cornu, Bulletin de la Société Botanique de France 24: 226. 1877.

Figura 54

Micélio com hifas divididas por pseudoseptos, formando segmentos clavados. Zoosporângios obclavados, 70-175 × 17,5-30 µm, com proliferações internas, base inflada, porção distal alongada e afunilada. Produção de zoósporos, gametângios e zigoto não observados.

Material examinado: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, amostras de água, 4-VII-2013; em graveto submerso; *G.H. Jerônimo s.n.* (SP445897).

O tamanho dos zoosporângios dos isolados examinados são maiores que os descritos por Rocha (2002) e Pires-Zottarelli & Gomes (2007) que citaram, respectivamente, 16-82 × 12-33 µm e 62,5-115 × 20-27,5 µm, mas concordam com Karling (1977).

Foi verificada a preferência de determinados táxons aos compartimentos, com *Chytrium hyalinus*, *C. spinosus*, *Phlyctochytrium furcatum*, *Entophlyctis lobata*, *Diplophlyctis intestinalis*, *D. sarcoptoides*, *Nowakowskiella hemisphaerospora*, *N. multispora* e *Gonapodya prolifera* sendo encontrados exclusivamente em água; enquanto *Allomyces* sp. 1, *Allomyces* sp. 2, *Chytrium*

*lucidus*, *Phlyctochytrium mucronatum*, *Rhizidium verrucosum*, *Septosperma rhizophydii*, *Entophlyctis* sp., *Septochytrium* sp., *Rhizophydium sphaerotheca* e *R. stipitatum* somente em solo (tabela 1). Dentre os táxons que ocorreram nos dois compartimentos, *Cladochytrium tenue* apresentou altos valores de abundância tanto em água (1,53) como em solo (2,02), demonstrando a alta adaptabilidade desta espécie. Na água, *Chytrium appendiculatus*, *C. spinosus*, *Cladochytrium replicatum*, *Cladochytrium tenue*, *Nowakowskiella multispora*, *Polychytrium aggregatum* foram relatados durante as quatro amostragens (frequência de 100%) com altos valores de abundância (tabela 1). Já no solo, *Entophlyctis luteolus*, *Karlingiomyces granulatus*, *Karlingiomyces* sp., *Cladochytrium tenue* e *Septochytrium* sp. foram as mais frequentes e abundantes. Rocha (2004), Nascimento & Pires-Zottarelli (2009) e Nascimento *et al.* (2011) também relataram a predominância de *Chytrium appendiculatus* e *Cladochytrium replicatum* em ecossistemas aquáticos; no entanto, a baixa frequência de *Chytrium spinosus* relatada por Nascimento & Pires-Zottarelli (2009) não ocorreu no PEIC, estando esta espécie entre as mais frequentes e abundantes. Assim como relatado por Marano *et al.* (2008) e Nascimento *et al.* (2011), a maioria dos táxons nos ecossistemas aquáticos apresentaram baixos valores de frequência (25%), ocorrendo em somente uma das coletas (tabela 1). A presença de *Gonapodya prolifera* entre as espécies menos frequentes na água (tabela 1) também foi relatada por Nascimento *et al.* (2011) para os Córregos do Cortado e Capitinguinha no Cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu.

Após inúmeras tentativas, foram obtidas culturas puras de oito táxons (*Allomyces* sp. 1, *Allomyces* sp. 2, *Cladochytrium replicatum* Karling, *C. tenue* Nowakowski, *Entophlyctis luteolus* Longcore, *Nowakowskiella multispora* Karling, *Polychytrium aggregatum* Ajello e *Rhizophydium sphaerotheca* Zopf) (tabela 2). De maneira geral houve dificuldade para a obtenção de culturas puras devido à lenta taxa de crescimento destes fungos, corroborando com os comentários de Letcher & Powell (2005). As sequências parciais das regiões 18S e 28S, bem como, ITS completa, foram depositadas no GenBank (tabela 2), sendo as espécies *Cladochytrium tenue* (espécie tipo do gênero) e *Nowakowskiella multispora* disponibilizadas pela primeira vez neste banco de dados.

A produção de biomassa em frascos Erlenmeyer com meio PmTG apresentou resultados melhores do



Figuras 49-54. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, SP, Brasil. 49. *Rhizophyidium coronum* Hanson. Zoosporângio com halos concêntricos. 50. *Rhizophyidium elyense* Sparrow. Zoosporângios. 51. *Rhizophyidium sphaerotheca* Zopf. Zoosporângios. 52-53. *Rhizophyidium stipitatum* Sparrow. 52. Início de desenvolvimento do talo em grão de pólen. 53. Zoosporângio pedunculado. 54. *Gonapodya prolifera* (Cornu) Fischer. Zoosporângios com proliferação interna. Barra = 10 µm.

Figures 49-54. Diversity of the Blastocladiomycota and Chytridiomycota from the Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, São Paulo State, Brazil. 49. *Rhizophyidium coronum* Hanson. Zoosporangium with concentric halos. 50. *Rhizophyidium elyense* Sparrow. Zoosporangia. 51. *Rhizophyidium sphaerotheca* Zopf. Zoosporangia. 52-53. *Rhizophyidium stipitatum* Sparrow. 52. Early development of the thallus in pollen grain. 53. Zoosporangium. 54. *Gonapodya prolifera* (Cornu) Fischer. Zoosporangia with internal proliferation. Bar = 10 µm.

que a técnica do microcultivo. A baixa disponibilidade de oxigênio, salientada em literatura, como fator limitante para o desenvolvimento destes fungos (Sparrow 1968), provavelmente também limitou o crescimento nos microtubos, já que a utilização de 1mL de meio de cultura líquido, em um microtubo de capacidade de 1,5 mL, resultou em pouca disponibilidade de oxigênio para o crescimento do isolado. Entre os representantes de Chytridiomycota, nenhum deles cresceu por meio desta técnica, enquanto as duas espécies de Blastocladiomycota, *Allomyces* sp.1 e sp.2, cresceram, mas não vigorosamente, sendo recomendada a não utilização desta técnica ou a modificação do método. Já em frascos Erlenmeyers, todos os representantes cresceram bem, sendo recomendada a liofilização da biomassa no prazo máximo de 15 dias.

Para *Entophlyctis luteolus*, *Cladochytrium replicatum*, *C. tenue*, *Nowakowskiella multispora*, *Polychytrium aggregatum* e *Rhizophydium sphaerotheca*, a extração de DNA a partir de biomassa liofilizada foi a que apresentou melhores resultados. A extração a partir de biomassa fresca

foi eficiente somente para os isolados monocêntricos que produziram muitas colônias em meio de cultura, como *E. luteolus* e *R. sphaerotheca*, mas mesmo entre estes isolados a extração a partir de material liofilizado apresentou melhores resultados. Para *Allomyces* sp. 1 e *Allomyces* sp. 2, a extração a partir da biomassa obtida pela técnica de microcultivo foi a mais eficiente.

Não foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os valores dos índices biológicos de riqueza, diversidade de Shannon ( $H'$ ), dominância de Simpson ( $D$ ) e equitatividade ( $E$ ) nos dois compartimentos analisados (tabela 3). A diversidade total ( $S = 34$ ;  $H' = 2,4$ ;  $D = 0,1$ ;  $E = 0,9$ ), além do valor da similaridade de Sørensen (61,2%) para água e solo, são indicativos de uma micota bastante diversa e com poucos táxons dominantes, como ressaltado por Nascimento *et al.* (2011, 2012), evidenciando a importância do esforço amostral quando da determinação dos locais e periodicidade de coleta.

De modo geral, a comunidade de fungos zoospóricos mostrou-se diversificada, com representantes das ordens Blastocladiales, Chytridiales, Cladochytriales, Rhizophydiales e Monoblepharidales.

Tabela 2. Número da Coleção de culturas de Algas, Fungos e Cianobactérias do Instituto de Botânica (CCIBt) e números de acesso no GenBank. \* sequências depositadas pela primeira vez no GenBank.

Table 2. Number of the Culture Collection of Algae, Fungi, and Cyanobacteria from Instituto de Botânica (CCIBt) and GenBank accession numbers. \* Sequences for the first time deposited in GenBank.

Táxon	Número CCIBt	Ordem	Número de acesso GenBank		
			18S	ITS1-5.8S-TS2	28S
<i>Allomyces</i> sp.1	4021	Blastocladiales	KJ464405	KJ464406	KJ464407
<i>Allomyces</i> sp.2	4020	Blastocladiales	KJ464416	KJ464417	KJ539150
<i>Cladochytrium tenue</i> Nowakowski*	4013	Cladochytriales	KJ539144	KJ539145	KJ539146
<i>Cladochytrium replicatum</i> Karling	4014	Cladochytriales	KJ464414	-,-	KJ464415
<i>Nowakowskiella multispora</i> Karling*	4015	Cladochytriales	KJ539147	KJ539148	KJ539149
<i>Polychytrium aggregatum</i> Ajello	4017	Cladochytriales	KJ464408	KJ464409	KJ464410
<i>Rhizophydium sphaerotheca</i> Zopf	4019	Rhizophydiales	KJ464411	KJ464412	KJ464413

Tabela 3. Índices biológicos de riqueza ( $S$ ), diversidade de Shannon ( $H'$ ), dominância de Simpson ( $D$ ) e equitatividade ( $E$ ), nos compartimentos água e solo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, durante o período de estudo.

Table 3. Biological indices of richness ( $S$ ), Shannon's diversity ( $H'$ ), Simpson's dominance ( $D$ ), evenness ( $E$ ) in water and soil compartments of the Parque Estadual da Ilha do Cardoso during the study period.

Índices	Água	Solo	Total
Riqueza ( $S$ )	24a	25a	34
Shannon ( $H'$ )	2,3a	2,6a	2,4
Simpson ( $D$ )	0,1a	0,1a	0,1
Equitatividade ( $E$ )	0,9a	0,9a	0,9

A predominância de Chytridiomycota nas amostras de água e solo analisadas, evidencia a importância do grupo nos processos de transferência de energia nos dois compartimentos. O estudo contribuiu de modo significativo para o conhecimento da micota local, já que todos os táxons são primeiras citações para o Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

### Agradecimentos

Ao Instituto Florestal (IF), pela autorização concedida para as coletas no Parque Estadual da Ilha do Cardoso; ao Manoel Osório Neves Junior, pelo transporte e auxílio durante as amostragens; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PNADB), pela concessão de Bolsa de Mestrado ao primeiro Autor (1001/2010); à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (2012/50222-7) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (304411/2012-4), pelo auxílio financeiro e bolsa de produtividade do último autor, respectivamente; ao Instituto de Botânica de São Paulo pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento do trabalho.

### Literatura citada

- Ab'Saber, A.N.** 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. *Geomorfologia* 52: 1-21.
- Ajello, L.** 1942. *Polychytrium*: A new cladochytriateous genus. *Mycologia* 34: 442-451.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. & Blackwell, M.** 1996. *Introductory Mycology*. 4 ed. John Wiley, Sons, Inc., New York.
- Barr, D.J.S.** 1980. An outline for the reclassification of the Chytridiales, and for a new order, the Spizellomycetales. *Canadian Journal of Botany* 62: 1171-1201.
- Barr, D.J.S.** 1981. The phylogenetic and taxonomic implications of flagellar rootlet morphology among zoospore fungi. *BioSystems* 14: 359-370.
- Barros, F., Melo, M.M.R.F., Chiea, S.A.C., Kirizawa, M., Wanderley, M.G.L., & Jung-Mendaçoli, S.L.** 1991. Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes. In: M.M.R.F. Melo; F. Barros; M.G.L. Wanderley; M. Kirizawa; S.L. Jung-Mendaçoli & S.A.C. Chiea (eds.). *Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso*. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 1-184.
- Beneke, E.S. & Rogers, L.** 1962. Aquatic Phycomycetes isolated in the states of Minas Gerais. São Paulo and Paraná, Brazil. *Rickia* 1: 181-193.
- Beneke, E.S. & Rogers, A.L.** 1970. Aquatic fungi of Parque Nacional do Itatiaia in the State of Rio de Janeiro. *Rickia* 5: 51-64.
- Booth, T.** 1979. Strategies for study of fungi marine and marine influenced ecosystems. *Revista de Microbiologia* 10: 123-138.
- Canter, H.M.** 1949. Studies on British chytrids: VII. On *Phlyctochytrium mucronatum* n. sp. *Transactions of the British Mycological Society* 32: 236-240.
- Souza, J.I., Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Schoenlein, N.C.** 2008. Bioacumulação de cobre, manganês e cádmio por biomassas de *Saprolegnia subterranea* (Dissmann) R.L.Seym. e *Pythium torulosum* Coker & P. Patt. (Oomycetes). *Acta Botanica Brasilica* 22: 271-223.
- Dogma Jr, I.J.** 1974. Studies on chytinophylic *Siphonaria*, *Diplophlyctis* and *Rhizoclosmatium*, Chytriales. III. *Nepohchytrium complicatus* Willoughby: another *Diplophlyctis* with a sexual phase. *Nova Hedwigia* 25: 143-159.
- Dogma Jr, I.J.** 1976. Studies on chitinophilic *Siphonaria*, *Diplophlyctis* and *Rhizoclosmatium*, Chytridiales. V. *Diplophlyctis asteroidea*, a new species with resting spores. *Transactions of the British Mycological Society* 67: 255-264.
- Fay, D.J.** 1947. *Chytriomycetes spinosus* nov. sp. *Mycologia* 39: 152-157.
- Funari F.L., Struffaldi-De-Vuono Y. & Salum S.T.** 1987. Balanço hídrico de duas áreas de Mata Atlântica: Reserva Biológica de Paranapiacaba e Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Estado de São Paulo). In: Anais do 6º Congresso da Sociedade de Botânica de São Paulo, (Pereira M.F.A., Massei M.A.S (eds.). Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, pp. 95-101.
- Gleason, F.H., Marano, A.V., Johnson, P. & Martin, W.W.** 2010. Blastocladian parasites of invertebrates. *Fungal Biology Reviews* 24: 56-67.
- Hanson, A.M.** 1944. Three new saprofitic chytrids. *Torreyia* 44: 30-34.
- Hibbett, D., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T.Y., Kirk, P.M., Lücking, R., Lumbsch, H.T., Lutzoni, F., Matheny, B., McLaughlin, D.J., Powell, M., Redhead, S., Schoch, C.L., Spatafora, J.W., Stalpers, J.A., Vilgalys, R., Aime, M.C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G.L., Castlebury, L.A., Crous, P.W., Dai, Yu-Cheng, Gams, W. & Geiser, D.M.** 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research* 111: 509-547.
- James, T.Y., Porter, D., Leander, C.A., Vilgalys, R. & Longcore, J.E.** 2000. Molecular phylogenetics of the Chytridiomycota supports the utility of ultrastructural data in chytrid systematics. *Canadian Journal of Botany* 78: 1-15.
- James, T.Y., Letcher, P.M., Longcore, J.E., Mozley-Standridge, S.E. Porter, D., Powell, M.J., Griffith, G.W. & Vilgalys, R.** 2006. A molecular phylogeny of the flagellated fungi (Chytridiomycota) description of a new phylum (Blastocladiomycota). *Mycologia* 98: 860-871.

- Jesus, A.L., Marano, A.V., Schoenlein-Crusius, I.H. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2013. Diversidade de organismos zoospóricos heterotróficos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Hoehnea* 40: 167-180.
- Karling, J.S.** 1931. Studies in the Chytridiales VI. The occurrence and life history of a new species of *Cladochytrium* in cells of *Eriocaulon septangulare*. *American Journal of Botany* 18: 526-557.
- Karling, J.S.** 1944. Brazilian chytrids. II. New species of *Rhizidium*. *American Journal of Botany* 31: 254-261.
- Karling, J.S.** 1945a. Brazilian chytrids. VI. *Rhopalophlyctis* and *Chytriomyces*, two new chitinophilic operculate genera. *American Journal of Botany* 32: 362-369.
- Karling, J.S.** 1945b. Brazilian chytrids. V. *Nowakowskiella macrospora* n. sp. and other polycentric species. *American Journal of Botany* 32: 29-35.
- Karling, J.S.** 1947a. Keratinophilic chytrids. II. *Phlyctorhiza variabilis* n. sp. *American Journal of Botany* 34: 27-32.
- Karling, J.S.** 1947b. New species of *Chytriomyces*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 74: 334-344.
- Karling, J.S.** 1947c. Brazilian chytrids. X. New species with sunken opercula. *Mycologia* 39: 56-70.
- Karling, J.S.** 1949a. Three new species of *Chytriomyces* from Maryland. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 76: 352-362.
- Karling, J.S.** 1949b. New monocentric eucarpic operculate chytrids from Maryland. *Mycologia* 41: 505-522.
- Karling, J.S.** 1964. Indian Chytrids. IV. *Nowakowskiella multisporea* sp. nov. and other polycentric species. *Sydowia* 17: 314-319.
- Karling, J.S.** 1965. *Catenophlyctis*, a new genus of the Catenariaceae. *American Journal of Botany* 52: 133-138.
- Karling, J. S.** 1977. Chytridiomycetorum Iconographia. Lubrecht & Cramer, Vaduz.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter D.W. & Stalpers, J.A.** 2008. *Dictionary of fungi*. 10 ed. CABI Publishing, United Kingdom.
- Lamour, K. & Finley, L.** 2006. A strategy for recovering high quality genomic DNA from a large number of *Phytophthora* isolates. *Mycologia* 98: 514-517.
- Letcher, P.M. & Powell, M.J.** 2005. *Kappamyces*, a new genus in the Chytridiales (Chytridiomycota). *Nova Hedwigia* 80: 115-133.
- Letcher, P.M., Powell, M.J., Churchill, P.F. & Chambers, J.G.** 2006. Ultrastructural and molecular phylogenetic delineation of a new order of *Rhizophydiales* (Chytridiomycota). *Mycological Research* 110: 898-915.
- Letcher, P.M., Velez, C.G., Barrantes, M.E., Powell, M.J. Churchill, P.F. & Wakefield, W.S.** 2008. Ultrastructural and molecular analyses of *Rhizophydiales* (Chytridiomycota) isolates from North America and Argentina. *Mycological Research* 112: 759-782.
- Longcore, J.E.** 1995. Morphology and zoospore ultrastructure of *Entophlyctis luteolus* sp. nov. (Chytridiales): Implications for chytrid taxonomy. *Mycologia* 87: 25-33.
- Longcore, J.E. & Simmons, R.D.** 2012. The polychytriales ord. nov. contains chitinophilic members of the rhizophlyctoid alliance. *Mycologia* 104: 276-294.
- Longcore, J.E., Pessier, A.P. & Nichols, D.K.** 1999. *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia* 91: 219-227.
- Lyra, N.P. & Milanez, A.I.** 1974. Notas para o levantamento dos ficomicetos aquáticos do Estado de São Paulo. Recife, PE, Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco, Publicação 698: 1-27.
- Marano, A.V., Barrera, M.D., Steciow, M.M., Donadelli, J.L. & Saparrat, C.M.N.** 2008. Frequency, abundance and distribution of zoosporic organisms from Las Cañas stream (Buenos Aires, Argentina). *Mycologia* 100: 691-700.
- Martel, A., Spitzen-van der Sluijs, A., Blooi, M., Bert, W. Ducatelle, R., Fischer, M.C., Woeltjes, A., Bosman, W., Chiers, K., Bossuyt, F. & Pasmans, F.** 2013. *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS) 110: 15325-15329.
- Milanez, A.I.** 1974. Notes on the Septosperma Whiffen ex Seymour. *Rickia* 6: 63-70.
- Milanez, A.I.** 1989. Fungos de águas continentais. In: O. Fidalgo & V.L. Bononi (coords.). *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. Série Documentos Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 17-20.
- Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1994. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Fungos, 1. Monoblepharidales. *Hoehnea* 21:157-161.
- Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Gomes, A.L.** 2007. Brazilian zoosporic fungi. Conselho Nacional de Pesquisa, São Paulo.
- Mozley-Standridge, S.E., Letcher, P.M., Longcore, J.E., Porter, D. & Simmons, D.R.** 2009. Cladochytridiales - a new order in Chytridiomycota. *Mycological Research*. 113: 498-507.
- Müller-Dombois, D. & Elleberg, H.** 1974. Mathematical treatment of vegetation data. In: *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, pp. 211-302.
- Nascimento, C.A. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2009. Chytridiales (Chytridiomycota) do Parque Estadual da Serra da Cantareira, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 459-473.

- Nascimento, C.A. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2010. Blastocladales e Spizellomycesales do Parque Estadual da Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 693-704.
- Nascimento, C.A. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2012. Diversidade de fungos zoospóricos da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. *Rodriguesia* 63: 587-611.
- Nascimento, C.A., Gomes, E.P.C. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2011. Occurrence and distribution of zoosporic organisms in water bodies from Brazilian Cerrado. *Mycologia* 103: 261-272.
- Nascimento, C.A., Gomes, E.P.C., de Souza, J.I. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2012. Zoosporic true fungi and heterotrophic straminipiles assemblages from soil of Brazilian Cerrado areas. *Fungal Ecology* 5: 114-123.
- Nowakowski, L.** 1877. Beitrag zur Kenntniss der Chytridiaceen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen 2: 73-100.
- Pires-Zottarelli, C.L.A.** 1999. Fungos zoospóricos dos vales dos rios Moji e Pilões, região de Cubatão, São Paulo, SP, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2014. Chytridiales. In: Forzza, R.C. Stehmann, J.R. Nadruz, M. Costa, A. Carvalho Jr, A.A. Walter, B.M.T. Bicudo, C. Moura, C.W.N. Zappi, D. Peralta, D.F. Costa, D.P. Barros, F. Martinelli, G. Lima, H.C. Prado, J. Baumgratz, J.F.A. Pirani, J.R. Sylvestre, L.S. Maia, L.C. Lucia G. Lohmann, L.G. Paganucci, L. Alves, M.V.S. Mamede, M.C.H. Soares, M.L. Morim, M.P. Barbosa, M.R. Menezes, M. Evangelista, P.H.L. Viana, P.L. Goldenberg, R. Secco, Rodrigues, R.R.S. Cavalcanti, T. Mansano, V. Souza, V.C. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB101689> (acesso em: 14-XIII- 2015).
- Pires-Zottarelli, C.L.A. & Gomes, A.L.** 2007. Contribuição para o conhecimento de Chytridiomycota da “Reserva Biológica de Paranapiacaba”, Santo André, SP, Brasil. *Biota Neotropica* 7: 309-329.
- Pires-Zottarelli, C.L.A. & Rocha, M.** 2007. Novas citações de Chytridiomycota e Oomycota para o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), SP, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 21: 125-136.
- Pires-Zottarelli, C.L.A., Milanez, A.I., Schoenlein-Crusius, I.H. & Lohmann, L.G.** 1996. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Fungos* 6: Chytridiales. *Hoehnea* 23: 77-90.
- Pires-Zottarelli, C.L.A., Gomes, A.L. & Nascimento, C.A.** 2007. *Entophlyctis luteolus* in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Mycotaxon* 99: 207-210.
- Powell, M.J.** 1993. Looking at mycology with a Janus face: a glimpse at Chytridiomycetes active in the environment. *Mycologia* 85: 1-20.
- Rocha, J.R.S.** 2002. Fungos zoospóricos em área de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rocha, M.** 2004. Micota zoospórica de lagos com diferentes trofias do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rocha, M. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2002. Chytridiomycota e Oomycota da “Represa do Guarapiranga”, São Paulo, SP. *Acta Botanica Brasílica* 16: 287-309.
- Rogers, A.L., Milanez, A.I. & Beneke, E.S.** 1970. Additional aquatic fungi from São Paulo State. *Rickia* 5: 93-110.
- 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: 267-275.
- Shanor, L.** 1942. A new fungus belonging to the Cladochytriaceae. *American Journal of Botany*: 29: 174-179.
- Shearer, C.A., Descals, E., Kohlmeyer, B., Kohlmeyer, J., Marvanová, L., Padgett, D., Porter, D., Raja, H.A., Schmit, J.P., Thornton, H.A. & Voglymayr.** 2007. Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity Conservation* 16: 49-67.
- Simmons, D.R., James, T.Y., Meyer, A.F. & Longcore, J.E.** 2009. Lobulomycetales, a new order in the Chytridiomycota. *Mycological Research* 113: 450-460.
- Sparrow, F.K.** 1942. A classification of aquatic Phycomycetes. *Mycologia* 34: 113-116.
- Sparrow, F.K.** 1957. A further contribution to the Phycomycete Flora of Great Britain. *Transactions British of the Mycological Society* 40: 523-535.
- Sparrow, F.K.** 1960. *Aquatic Phycomycetes*. University of Michigan Press. 2 ed. Ann Arbor.
- Sparrow, F.K.** 1966. A new bog chytrid. *Archiv für Mikrobiologie* 3: 178-180.
- Sparrow, F.K.** 1968. Ecology of freshwater fungi. In: Ainsworth, G.C. Sussman, A.S. (eds.). *The Fungi*. Academic Press, New York, pp. 41-93.
- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., Fishman, D.L. & Waller, R.W.** 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783-1786.
- Ulken, A.** 1970. Phycomyceten aus der Mangrove bei Cananéia (São Paulo, Brasilien). *Veröffentlichungen des Institut für Meeresforschung in Bremerhaven* 12: 313-319.

- Ulken, A.** 1972. Physiological studies on a Phycomycete from the Mangrove swamp at Cananéia, São Paulo, Brazil. *Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven* 13: 217-230.
- Vilgalys, R.** 2013. Conserved primer sequences for PCR amplification and sequencing from nuclear ribosomal RNA. Disponível em <http://www.biology.duke.edu> (acesso em 11-XIII-2014).
- Wakefield, W.S., Powell, M.J., Letcher, P.M., Barr, D.J.S., Churchill, P.F., Longcore, J.E. & Chen, S.** 2010. A molecular phylogenetic evaluation of the Spizellomycetales. *Mycologia* 102: 596-604.
- Whiffen, A.J.** 1942. Two new chytrid genera. *Mycologia* 34: 543-557.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J.W.** 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *In*: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J. (eds.). *PCR Protocols: a guide to methods and applications*. Academic Press, New York, pp. 315-322.
- Willoughby, I.G.** 1962. New species of *Nephrochytrium* from the English Lake District. *Nova Hedwidia* 3: 439-444.
- Willoughby, L.G. & Townley, P.J.** 1961. Two new saprofitic chytrids from the Lake District. *Transactions of the British Mycological Society* 44: 177-184.
- Zak, J.C. & Willig, M.R.** 2004. Fungal biodiversity patterns. *In*: G.M. Mueller, G.F. Bills, M.S. Foster (eds.). *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press, San Diego, pp. 59-74.