The background of the cover is a grayscale microscopic image showing numerous chytrid spores. These spores are mostly oval-shaped and appear to be attached to or emerging from plant tissue, which is visible as a network of thin, branching lines. Some spores are in pairs, while others are single. The overall appearance is that of a dense population of these microorganisms on a natural substrate.

**CRISTIANE DE ALMEIDA NASCIMENTO**

**DIVERSIDADE DE CHYTRIDIOMYCOTA DO  
PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA CANTAREIRA,  
ESTADO DE SÃO PAULO**

**SÃO PAULO  
2007**

CRISTIANE DE ALMEIDA NASCIMENTO

**DIVERSIDADE DE CHYTRIDIOMYCOTA DO  
PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA CANTAREIRA,  
ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na área de Concentração de Plantas Avasculares e Fungos em Análises Ambientais.

SÃO PAULO  
2007

CRISTIANE DE ALMEIDA NASCIMENTO

**DIVERSIDADE DE CHYTRIDIOMYCOTA DO  
PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA CANTAREIRA,  
ESTADO DE SÃO PAULO**

ORIENTADORA: DRA. CARMEN LIDIA AMORIM PIRES-ZOTTARELLI

SÃO PAULO  
2007

*Aos meus pais, Lindalva de Almeida Nascimento e João Almeida do Nascimento, os alicerces da minha vida, com todo o meu amor e carinho.*

*Tudo tem o seu tempo determinado e, há um tempo para todo propósito debaixo do céu.*

*Eclesiastes 3,1*

## AGRADECIMENTOS

---

*Agradeço...*

*A Deus pela força, proteção, bênçãos concedidas em todos os momentos da minha vida e por oferecer-me a oportunidade de realização deste trabalho.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) pelo auxílio financeiro sob a forma de concessão de bolsa de mestrado através do programa de pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica de São Paulo.*

*Ao Instituto de Botânica de São Paulo pela infra-estrutura oferecida e, em especial, à Seção de Micologia e Liquenologia pela disponibilização de laboratórios, material e equipamentos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.*

*Aos funcionários da Pós-Graduação do Instituto de Botânica, principalmente, a Márcia Regina Ângelo pelo bom atendimento e atenção dispensada.*

*Ao Instituto Florestal pela autorização concedida para o desenvolvimento deste projeto no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo e aos funcionários do núcleo Engordador pelo apoio oferecido durante a realização das coletas.*

*À Dra. Carmen Lidia Amorim Pires-Zottarelli pela orientação durante a condução deste trabalho, pelo exemplo de profissionalismo, esforço, dedicação e, em especial, pela amizade construída ao longo desses dois anos.*

*Ao Dr. Adauto Ivo Milanez pela prazerosa convivência e por compartilhar seu vasto conhecimento que, de alguma forma, contribuiu para a realização deste trabalho.*

*Ao meu ex-professor e orientador Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha. Obrigada pelo carinho, amizade e, por iniciar-me no mundo da pesquisa, orientando-me nos primeiros passos no estudo dos fungos zoospóricos.*

*Aos pesquisadores, funcionários, estagiários e alunos de pós-graduação da Seção de Micologia e Liquenologia, em especial, aos meus queridos amigos e companheiros de laboratório: Alexandra, Fabíola, Filipe, Kátia e Maria Luíza. Obrigada pelos momentos felizes e pela ajuda que, de alguma forma, vocês me ofereceram.*

*Aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Botânica pelo atendimento.*

*Aos professores das disciplinas que cursei: Dr. Aduino Ivo Milanez, Dra. Carla Ferragut, Dr. Carlos Eduardo M. Bicudo, Dra. Denise Bicudo, Dr. Jefferson Prado, Dr. Tarciso Filgueiras, Dr. Renato de Mello Silva e Dra. Roseli P. Grandi pelo conhecimento compartilhado e aprendizado adquirido durante suas aulas.*

*À Maria Cecília Tomasi pelo traçado à nanquim nas ilustrações científicas e pela atenção dispensada.*

*À Andréa Tucci e Carla Ferragut pelo auxílio com as análises estatísticas.*

*À Valéria Campaner pelo auxílio oferecido em uma parte deste trabalho.*

*À Angélica Patrícia Pavezzi Barbero e Diógina Barata pela amizade, prazerosa convivência e pelo empréstimo de seus computadores que foi essencial para o término deste trabalho. Muito Obrigada!*

*Aos amigos e companheiros de coleta: Adriano Afonso Spielmann, Angélica Patrícia Pavezzi Barbero, Diógina Barata, Iane Paula Rêgo Cunha, Luciana da Silva Canêz e Maria Luíza de Miranda. Muito obrigada pela ajuda de todos vocês!*

*Às minhas queridas amigas do Piauí: Carla Andréa Silva e Crhisthyanne Barros pelos nove anos de amizade tão sólida e tão verdadeira, onde nem o tempo, a distância e os problemas conseguiram nos afastar. Obrigada por estarmos juntas, embora em caminhos diferentes, mas sempre compartilhando as nossas conquistas ao longo desses anos. Eu adoro muito vocês!*

*Aos demais amigos do Maranhão e do Piauí que sempre estiveram presentes em momentos tão especiais da minha vida. Não vou citar nomes, pois são muitos e posso esquecer de alguém, por isso, sintam-se todos agradecidos!*

*À minha conterrânea, Iane Paula Rêgo Cunha, amiga e companheira de momentos tão difíceis de solidão e saudade da nossa terra e família querida. Obrigada pelas boas palavras de conforto. Nós conseguimos!*

*Ao meu querido e inseparável amigo Eduardo Custódio Gasparino. Obrigada pela sua amizade sempre tão sincera, pela ajuda nos primeiros momentos difíceis em São Paulo e, principalmente, pelas inesquecíveis viagens a Pontes Gestal onde encontrei amigos tão maravilhosos quanto você (Ângela, Cássia, Fabiana, Jussara, Kênia, Kitty e Simone). Você será sempre especial para mim!*

*À Gláucia e Danilo pelo prazer de tê-los como amigos. Obrigada pelos bons momentos que compartilhamos e pelos sinceros desejos de sucesso. É bom saber que vocês vão estar sempre por perto. Que Deus abençoe muito a vida de vocês!*

*Aos colegas de Alojamento que já se foram e aos que ainda aqui permanecem: Adriano Afonso Spielmann, Angélica Cristina Righetti da Rocha, Bárbara Medeiros Fonseca, Bárbara Melissa Oliveira Guido, Berta Lúcia Pereira Villagra, Denílson Fernandes Peralta, Diógina Barata, Eduardo Custódio Gasparino, Fernanda Ferrari, Fernanda Karstedt, Gisele Areia Nóbrega, Iane Paula Rego Cunha, Juçara Bordin, Kleber Renan de Souza Santos, Luciana da Silva Canêz, Luciana Jandelli Gimenes, Maria Isabel Tauil de Moura Guimarães, Milton Félix Nunes Martins, Priscila da Silva, Rafael Batista Louzada, Sabrina Latansio C. Ribeiro, Sandra Vieira Costa, Suzana M. A. Martins, Thais Trindade de Lima. Às amigas de quarto, Angélica Patrícia Pavezzi Barbero, Daniela Vinha, Fernanda Ramlov, Luciane O. Crossetti e, Patricia Jungbluth. Por fim, a tantos moradores temporários que por aqui passaram e que, de alguma forma, deixaram boas lembranças.*

*Ao amigo Clairton Ribeiro pelos longos anos de amizade dedicados a minha família e, principalmente, pelo apoio incondicional sempre a mim oferecido. Muito dos frutos que hoje estou colhendo você ajudou a semear. Obrigada pela enorme contribuição na minha formação escolar.*

*Ao Fábio Campaner Siqueira pelo carinho, apoio, compreensão e, acima de tudo, pela paciência nas horas de desabafo. Saiba que com seus conselhos você me ajudou a ser uma pessoa melhor, me fazendo entender quem eu realmente sou. Em pouco tempo você se tornou muito especial pra mim. Muito obrigada pelos felizes e inesquecíveis momentos vividos ao seu lado!*

*Aos meus amados pais, Lindalva e João e, meus queridos irmãos, Lidiane e Joelson, por toda força e apoio que me concederam, acreditando sempre na concretização deste sonho e, mesmo tão distante, por estarem sempre presentes em minha vida, demonstrando, acima de tudo, amor, carinho e compreensão pelos momentos de ausência. A distância jamais diminuiu o amor, que é a força maior que nos une. Obrigada pelo exemplo de família que nós somos. Amo muito vocês!*

*Aos demais familiares, avós, tios e primos, pelos sinceros desejos de sucesso.*

*E finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.*

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1. Considerações gerais.....	1
2. Chytridiomycota nos diferentes sistemas de classificação.....	2
3. Estudos taxonômicos e ecológicos com Chytridiomycota.....	4
4. Chytridiomycota e os estudos de biologia molecular.....	6
<b>OBJETIVOS</b> .....	8
<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	8
1. Caracterização e importância das áreas de Mata Atlântica.....	8
2. Caracterização da área de estudo.....	11
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	13

### CAPÍTULO 1

#### **Diversidade de Chytridiomycota do Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo**

Resumo.....	20
Abstract.....	20
Introdução.....	21
Material e métodos.....	22
Resultados e discussão.....	23
Literatura citada.....	89

### CAPÍTULO 2

#### **Ocorrência e distribuição de Chytridiomycota no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo**

Resumo.....	97
Abstract.....	97
Introdução.....	98
Material e métodos.....	99
Resultados e discussão.....	103
Literatura citada.....	137
<b>DISCUSSÃO GERAL</b> .....	143
<b>ANEXO 1</b> .....	145

## Resumo

---

O Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo, Brasil, com uma área de Mata Atlântica em bom estado de preservação, com cerca de 7.916 ha, abrange parte dos municípios de São Paulo, Caieiras, Mairiporã e Guarulhos. Apesar dos vários levantamentos com quitridiomicetos, realizados em áreas de Mata Atlântica no estado de São Paulo, estudos com estes fungos inexistiam para o local. O presente trabalho teve como principais objetivos realizar levantamento de Chytridiomycota ocorrentes no Parque e, por meio da análise de componentes principais (ACP), correlacionar os fatores abióticos mensurados com a ocorrência dos táxons mais frequentemente isolados. Para tanto, amostras de água e solo foram coletadas, mensalmente, de junho/2005 a junho/2006 e, tratadas pelo método de iscagem múltipla, em laboratório, utilizando substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos e, frutos submersos, em campo. Os fatores abióticos mensurados na água foram temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica e, no solo, temperatura, umidade e pH. De um total de 438 isolados, 29 táxons foram identificados e, dentre estes, *Cladochytrium setigerum* Karling, *Diplophlyctis intestina* (Schenk) J. Schröt., *Karlingia asterocysta* Karling, *Rhizophydium macroporosum* Karling, *Rozella chytriomycii* Karling e *Solutoparies pythii* Whiffen ex Blackwell & Powell são mencionados pela primeira vez para o Brasil e, *Septochytrium willoughbyi* Dogma é nova ocorrência para o estado de São Paulo. Dentre os espécimes isolados, 214 ocorreram na água (48,85%) e, 224 no solo (51,4). *Chytriomycetes spinosus* Fay e *Solutoparies pythii* ocorreram apenas em amostras de água e, *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, *Karlingia asterocysta*, *Karlingia* sp. 1, *Rhizophydium elyensis* Sparrow, *R. macroporosum*, *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow, *Rozella chytriomycii* e *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell foram exclusivos de solo, porém, a grande maioria dos táxons ocorreu nos dois compartimentos simultaneamente. A análise de componentes principais (ACP) revelou a delimitação de alguns táxons em relação ao tipo de compartimento amostrado. *Diplophlyctis sarcoptoides* (H. E. Petersen) Dogma, *Chytriomycetes*

*appendiculatus* Karling, *C. aureus* Karling, *C. hyalinus* Karling, *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling, *Cladochytrium replicatum* Karling e *Nowakowskiella elegans* (Nowak.) Schröeter demonstraram maior tendência de ocorrência na água e, *Karlingia rosea* Karling, *K. granulata* Karling, *Entophlyctis luteolus* Longcore, *Rhizophydium elyensis* Sparrow, *Septosperma rizophydii* e *Septochytrium willoughbyi* no solo. A análise conjunta dos dados bióticos e abióticos mostrou que nenhum dos fatores mensurados foi preponderante pra a ocorrência dos táxons encontrados. Com relação aos substratos, a maior frequência dos isolados foi observada em substratos celulósicos (56,2%), seguido por quitinosos (31,3%) e, queratinosos (12,5%), provavelmente devido a maior oferta de substratos celulósicos como “iscas” e, ao aparato enzimático dos táxons isolados.

Palavras-chave: quitridiomicetos, diversidade, ecologia, Mata Atlântica.

## Abstract

---

The “Parque Estadual da Serra da Cantareira, São Paulo state, Brazil, contains a preserved area of the Atlantic Rainforest, with about 7.916 ha, including part of São Paulo, Caieiras, Mairiporã and Guarulhos municipalities. Many surveys with chytrids were done in the Atlantic Rainforest areas in São Paulo state, however, these studies were inexistent for to the local area. This study was carried out to survey of Chytridiomycota taxa from this Atlantic Rainforest area and to make the correlation of the occurrence of them with the abiotics factors measured by the “Principal Components Analysis” (PCA). To isolate the fungi, water and soil samples were collected, monthly, from June/2005 to June/2006, and treated by the multiple baiting technique using celulosics, chitinous and keratinous substrates, in the laboratory and, also, in the field, with submerged fruits in the water bodies. The abiotic parameters measured in the water were temperature, oxygen dissolved, pH and conductivity and, in the soil, temperature, humidity and pH. Of the 438 isolations, 29 taxa had been identified, with *Cladochytrium setigerum* Karling, *Diplophlyctis intestina* (Schenk) J. Schröt., *Karlingia asterocysta* Karling, *Rhizophydium macroporosum* Karling, *Rozella chytriomycii* Karling and *Solutoparies pythii* Whiffen ex Blackwell & Powell mentioned for the first to Brazil and, *Septochytrium willoughbyi* Dogma is new occurrence to São Paulo state. Of the isolations realized, 214 occurred in the water (48,85%) and, 224 in the soil (51,4%). *Chytriomycetes spinosus* Fay and *Solutoparies pythii* occurred only in the water and, *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, *Karlingia asterocysta*, *Karlingia* sp. 1, *Rhizophydium elyensis* Sparrow, *R. macroporosum*, *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow, *Rozella chytriomycii* e *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell in the soil, however, the greater number was isolated in the two compartments simultaneously. The PCA revealed the preference of some taxa for the specific compartment. *Diplophlyctis sarcoptoides* (H. E. Petersen) Dogma, *Chytriomycetes appendiculatus* Karling, *C. aureus* Karling, *C. hyalinus* Karling, *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling, *Cladochytrium replicatum* Karling and *Nowakowskiella elegans* (Nowak.) Schröeter

showed the tendency to occur in the water and, *Karlingia rosea* Karling, *K. granulata* Karling, *Entophlyctis luteolus* Longcore, *Rhizophydium elyensis* Sparrow, *Septosperma rizophydii* and *Septochytrium willoughbyi* in the soil. The analysis of the abiotics and biotics data revealed the absence of the correlation between the abiotic factors measured, at least individually, and the occurrence and distribution of the taxa. Considering the substrates, the majority of the taxa appeared in the cellulosic substrates (56,2%), followed by chitinous (31,3%) and keratinous (12,5%), probably due to the biggest offer the celulosic substrates like “baits” and, enzymatic apparatus of the taxa isolated.

Key-words: chytrids, diversity, ecology, Atlantic Rainforest.

# INTRODUÇÃO GERAL

---

## *1. Considerações gerais*

Chytridiomycota compreende um grupo de fungos zoospóricos, filogeneticamente relacionado com os fungos superiores. Uma das principais evidências desta relação é a composição da parede celular, que nestes organismos contém, principalmente, quitina e  $\beta$ -glucanos, porém algumas espécies ainda podem apresentar pequenas quantidades de celulose (Barr 1990, 1992, Ibelings *et al.* 2003). A semelhança na análise seqüencial das subunidades ribossômicas e, a presença de espécies filamentosas dentro do grupo de quitridiomicetos, são outras características que também justificam esta relação (Alexopoulos *et al.* 1996).

O talo destes fungos é cenocítico, apresentando septos apenas para delimitação das estruturas reprodutivas, com desenvolvimento endógeno ou exógeno, holocárpico ou eucárpico, monocêntrico ou policêntrico, rizoidal ou micelial. As cristas mitocondriais são achatadas e as divisões nucleares são intranucleares e cêntricas (Hawksworth *et al.* 1995). Exceto para poucas espécies com células poliflageladas, as células móveis, denominadas de zoósporos quando assexuadas e, planogametas quando sexuadas, possuem um único flagelo, do tipo chicote, sendo este posteriormente inserido. É por meio dos zoósporos que a reprodução assexual ocorre nestes organismos, enquanto que a sexual se dá por meio de copulação planogamética, copulação de gametângios ou somatogamia. (Alexopoulos *et al.* 1996).

O grupo apresenta distribuição cosmopolita nos mais diversos ecossistemas, habitando tanto ambientes aquáticos (águas continentais e marinhas), quanto terrestres (solos úmidos e secos). A maioria das espécies é sapróbia, exercendo importante função na decomposição e ciclagem dos nutrientes nos ecossistemas onde vivem, porém, também há representantes parasitas e mutualistas. Espécies parasitas podem ser encontradas em algas micro e macroscópicas; ascomicetos, basidiomicetos, oomicetos e outros quitridiomicetos; nematóides, rotíferos, larvas e indivíduos adultos de mosquitos e besouros; algumas espécies de anfíbios; plantas mono e dicotiledôneas, causando prejuízos ou benefícios ao homem. Quanto aos prejuízos observados, alguns gêneros

como, *Synchytrium* De Bary & Woronin, *Physoderma* Wallroth e *Olpidium* (Braun) Rabenhorst incluem espécies patogênicas de plantas vasculares e, entre estas, algumas se destacam por causar danos em plantas de importância econômica, como por exemplo, *Olpidium brassicae* Schwartz & Cook que causa podridão em raízes de hortaliças, *Synchytrium endobioticum* (Schilberszky) Percival responsável pela verruga da batata e *Physoderma maydis* Miyabe que provoca a mancha marrom no milho (Barr 1990, 2001). *Batrachochytrium dendrobatidis* Longcore, única espécie de quitridiomiceto parasita de vertebrados, tem sido apontada como responsável pelo declínio e extinção de populações de anfíbios em diferentes regiões do mundo (Bosch *et al.* 2001, Beard & O'Neill 2005, Carnaval *et al.* 2005). Por outro lado, no que se diz respeito aos benefícios, *Coelomomyces* possui parasitas obrigatórios de insetos, alguns deles vetores de doenças, como *Aedes egypty*, *A. vexans* e *Anopheles quadrimaculatus*, têm despertado a atenção de pesquisadores para utilização no controle biológico (Sparrow 1960, Alexopoulos *et al.* 1996, Barr 2001). Quanto às espécies mutualistas, as mesmas têm sido encontradas habitando o rúmen e o ceco de alguns mamíferos herbívoros, como ovelhas e cavalos, e se destacam como importantes auxiliares na digestão de fibras celulolíticas e hemicelulolíticas (Alexopoulos *et al.* 1996, Barr 2001).

## **2. Chytridiomycota nos diferentes sistemas de classificação**

Os fungos constituem um grupo indiscutivelmente polifilético e, por isso, diferentes interpretações ocorreram ao longo dos anos, resultando em muitas mudanças no estudo da sistemática e evolução destes organismos. Os maiores avanços nesse sentido incluem o reconhecimento da natureza artificial dos reinos, a polifilia de organismos tradicionalmente conhecidos como fungos, a aceitação de análises filogenéticas, o desenvolvimento e aplicação de técnicas moleculares e a descoberta de novos táxons, incluindo fósseis (Alexopoulos *et al.* 1996).

Numa tentativa de se reconhecer grupos monofiléticos, esses organismos estão atualmente classificados em três reinos distintos: Protista, Stramenopila e Fungi (Alexopoulos *et al.* 1996). Este último inclui os filos Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota, sendo

Chytridiomycota o único desse grupo que possui representantes com células reprodutivas flageladas. No entanto, considerando-se outros sistemas de classificação, quitridiomycetos também têm sido incluídos em Protista (Whittaker 1969) e Protoctista (Margulis *et al.* 1990, Copeland, 1956).

No passado, os quitridiomycetos foram incluídos, junto aos demais fungos zoospóricos, em uma única classe denominada Phycomycetes. Porém, com o surgimento de novas teorias e o conhecimento de novas informações resultantes de estudos fisiológicos, bioquímicos, de ultraestrutura e genética evidenciaram que os grupos incluídos nesta classe eram heterogêneos, havendo a necessidade de um novo arranjo taxonômico (Alexopoulos *et al.* 1996). A maioria dos sistemas de classificação, entre estes os de Barr (1990) e o contido em Hawksworth *et al.* (1995), incluem os representantes de Chytridiomycota em uma única classe, Chytridiomycetes. No entanto, na edição mais recente do dicionário dos fungos (Kirk *et al.* 2001), consta a criação de uma segunda classe denominada de Rumpomycetes. Tradicionalmente, F.K. Sparrow Jr. e J.S. Karling dividiram o filo dentro de ordens, baseando-se nas características morfológicas das estruturas somáticas e reprodutivas (Barr 2001). Porém, para alguns autores, a grande plasticidade morfológica do talo em algumas espécies, coloca a validade da maioria destas características enfatizadas como duvidosa, sendo necessária a avaliação de novas características para uma complementação das informações utilizadas na delimitação das ordens dentro deste filo (Alexopoulos *et al.* 1996). Estudos comparados mostraram que na maioria dos quitridiomycetos, a morfologia sofre influências do substrato no qual o fungo está crescendo, o que pode gerar problemas taxonômicos (Miller 1976). Sendo assim, buscando uma forma de solucionar tais problemas, J.S. Barr passou a adotar uma nova abordagem para a classificação desses organismos, utilizando as características de ultraestrutura dos zoósporos, principalmente, para a delimitação das ordens. Até então os representantes de Chytridiomycota eram classificados em quatro ordens (Chytridiales, Blastocladiales, Monoblepharidales e Harpochytridiales) que foram reorganizadas com os resultados dos estudos de ultraestrutura realizados por este autor. Harpochytridiales foi extinta e seus representantes foram

transferidos para Chytridiales e Monoblepharidales e a nova ordem Spizellomycetales foi estabelecida para incluir algumas espécies que foram segregadas de Chytridiales. As ordens para o grupo passaram então a ser: Chytridiales, Blastocladales, Monoblepharidales e Spizellomycetales (Barr 1980, 1984). Posteriormente, Li e Heath (1993) adicionaram a este grupo a quinta ordem Neocallimastigales (Alexopoulos *et al.* 1996).

Neste estudo, foi adotado o sistema de classificação contido em Hawksworth *et al.* (1995), entretanto, para os gêneros *Karlingia*, *Rhizophlyctis* e *Rozella*, adotou-se a classificação contida em Kirk *et al.* (2001).

### **3. Estudos taxonômicos e ecológicos com Chytridiomycota**

O primeiro registro de Chytridiomycota para o mundo foi em 1833 por F.G. Wallroth (Barr 2001). Dentre os vários trabalhos de cunho taxonômico encontrados na literatura para este grupo de organismos, destaca-se a obra monográfica de Sparrow (1960), onde o autor reúne descrições, chaves de identificação para gêneros e espécies, algumas ilustrações, além de uma listagem das espécies por tipo de substrato colonizado. Outra importante contribuição é o trabalho de Karling (1977), uma iconografia, que além de informações, traz excelentes ilustrações de espécies já conhecidas e, de algumas espécies novas para a ciência, muitas delas de sua autoria. Barr (1980) contribuiu de forma significativa para o conhecimento da sistemática atual desse grupo de organismos, dando início aos primeiros estudos de ultraestrutura dos zoósporos, utilizados para delimitação das ordens. Outro estudo bastante relevante é o de Longcore (1996), onde a autora faz uma listagem histórica das espécies de quitridiomicetos descritas após Sparrow (1960).

No Brasil, das 914 espécies reportadas para o mundo (Kirk *et al.* 2001), 128 foram mencionadas, até o momento, no país, o que representa 14% do total conhecido. A grande maioria dos estudos com este grupo de fungos se concentra no estado de São Paulo, para o qual 67 espécies são citadas (C. L. A. Pires-Zottarelli, dados não publicados).

O primeiro relato de quitridiomicetos para o país é de Hennings (1896), com a citação de

*Synchytrium stellariae* Fuckel em *Stellaria media* W., em Santa Catarina. Após esta data, importantes contribuições foram dadas na década de 40 por Wolf (1941), que identificou algumas espécies pertencentes ao gênero *Allomyces* e *Rozella* e, de Viégas e Teixeira (1943), que citam espécies isoladas a partir de material coletado nos estados de São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais. Mas é de J.S. Karling as maiores contribuições para o conhecimento desse grupo de fungos no país, realizando, durante suas expedições pela região Amazônica, na década de 40, inúmeras coletas que permitiram a identificação de várias espécies de Chytridiomycota, dentre elas, novas citações para o país e, principalmente, várias novidades para a ciência (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989). Outro importante estudo realizado neste período foi o de Joffily (1947), que identificou várias espécies isoladas de amostras de solo coletadas nos estados de São Paulo e Paraíba.

Porém, foi a partir de 1960, com a visita de E.S. Beneke & A.L. Rogers, pesquisadores da Universidade Estadual de Michigan, que os estudos com fungos zoospóricos, incluindo quitridiomicetos, foram intensificados no país. Expedições aos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro permitiram a publicação de vários trabalhos por estes autores (Beneke & Rogers 1962, Beneke & Rogers 1970, Rogers *et al.* 1970). Nos anos seguintes, muitos foram os estudos realizados com este grupo de organismos no país, principalmente após a formação do grupo de pesquisas do Instituto de Botânica de São Paulo (Milanez 1968, 1984a, 1984b, Lyra & Milanez 1974, Pelizon & Milanez 1979, Milanez & Trufem 1981, 1984, Pires-Zottarelli 1990, 1999, Pires-Zottarelli & Milanez 1993, Milanez *et al.* 1994, 2003, Pires-Zottarelli *et al.* 1996, Rocha & Pires-Zottarelli 2002) com alguns destes realizados em áreas de Mata Atlântica (Milanez *et al.* 1994, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, 1998, Pires-Zottarelli 1999, Rocha 2004). Entretanto, referências dos mesmos para o Parque Estadual da Serra da Cantareira, importante fragmento de Mata Atlântica e, local escolhido para este estudo, eram inexistentes.

Estudos taxonômicos com fungos zoospóricos e, alguns de fisiologia e bioquímica, prevaleceram até bem pouco tempo atrás (Pires-Zottarelli 1999). A ecologia desses fungos, mesmo se considerando os estudos mundiais realizados, ainda é parcial e pouco conhecida. Os trabalhos de Sparrow (1968), Dick (1976) e Dix & Webster (1995), abordam os principais fatores bióticos e/ou abióticos que interferem na ocorrência e distribuição destes fungos. O Brasil conta com poucos estudos ecológicos, principalmente relatando a ocorrência de quitridiomycetos. Alguns verificaram a associação de fungos com diferentes tipos de folhas em decomposição, onde alguns táxons de quitridiomycetos foram identificados (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, 1998, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, Moreira 2006). Antunes *et al.* (1993) avaliaram o efeito da queimada na micota zoospórica presente no meio, incluindo espécies de Chytridiomycota. Outros estudos avaliaram a influência dos fatores abióticos na ocorrência desses fungos, tanto em áreas impactadas, como não impactadas (Pires-Zottarelli 1999, Silva 2002, Rocha 2004).

#### **4. Chytridiomycota e os estudos de biologia molecular**

Estudos de biologia molecular envolvendo este grupo de organismos são relativamente recentes. A maioria tem sido realizada com *Blastocladiella emersonii* Cantino & Hyatt e, *Allomyces macrogynus* (R. Emers.) R. Emers. & C.M. Wilson (Barr 1990). Algumas avaliações das relações filogenéticas de quitridiomycetos com os representantes de Fungi, utilizando seqüências 18S rRNA, demonstraram que representantes de Chytridiomycota estão mais próximos dos fungos superiores do que dos protistas, confirmando sua localização neste reino (Bruns *et al.* 1991, Förster *et al.* 1990, Bowman *et al.* 1992 e Li & Heath 1992).

Enquanto alguns estudos filogenéticos baseados em caracteres morfológicos, de bioquímica e biologia celular, confirmam o monofiletismo de Chytridiomycota (Alexopoulos *et al.* 1996, Barr 2001), estudos moleculares têm contrariado esta monofilia. Paquim *et al.* (1997), após o sequenciamento de todo o genoma mitocondrial de algumas espécies de quitridiomycetos, afirmaram que o filo é geneticamente diverso e polifilético, assim como Jensen *et al.* (1998) que

realizaram um estudo cujos resultados também não sustentam a hipótese de monofiletismo de Chytridiomycota. Concordando com estas afirmações, James *et al.* (2000), a partir de análises de seqüências de quitrídias que foram comparadas com seqüências de Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota, revelaram que Chytridiomycota provavelmente não se trata de um grupo monofilético. Porém, tais concepções devem ser avaliadas com cautela, uma vez que, poucos são os estudos moleculares realizados com este grupo de organismos, havendo a necessidade de outros trabalhos que possam ampliar esta área de conhecimento, elucidando dúvidas ainda existentes.

O presente estudo foi dividido em dois capítulos. O primeiro apresenta os táxons isolados na área de estudo com descrições, distribuição geográfica, comentários, ilustrações e chaves de identificação para os gêneros e espécies identificadas. O segundo trata da avaliação do comportamento dos quitridiomycetos ocorrentes no Parque em relação aos tipos de substratos colonizados e das respostas dos mesmos em relação aos fatores abióticos mensurados durante o período de estudo.

## OBJETIVOS

---

- Estudar a diversidade de Chytridiomycota, de água e de solo, do Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo;
- Ampliar o conhecimento da ocorrência e distribuição dos táxons de fungos zoospóricos no estado de São Paulo e no Brasil;
- Correlacionar os fatores abióticos mensurados com a ocorrência e distribuição de Chytridiomycota para ampliação do conhecimento da ecologia do grupo;
- Selecionar representantes de Chytridiomycota para inclusão no Herbário Científico Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo do Instituto de Botânica de São Paulo.

## ÁREA DE ESTUDO

---

### *1. Caracterização e importância das áreas de Mata Atlântica*

A Mata Atlântica, de acordo com o tipo de solo, clima e relevo, apresenta várias formações vegetais, que incluem floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila mista, floresta estacional semidecidual, floresta estacional decidual, formações pioneiras, encaves de cerrado e estepe e zonas de tensão ecológica (Steinmetz & De Martine 2004). Trata-se de um bioma caracterizado por um clima equatorial ao norte e quente temperado sempre úmido ao sul, com temperaturas médias elevadas durante todo o ano e, alta pluviosidade resultante da barreira que a Serra constitui para os ventos que sopram do mar, além de inúmeras árvores, de médio a grande porte, localizadas em seu interior. O solo encontrado é pobre e a topografia é bastante acidentada ([www.educar.sc.usp.br](http://www.educar.sc.usp.br), acesso em novembro de 2006).

Originalmente, sua cobertura percorria todo o litoral brasileiro, desde o Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, ocupando uma área de 1,3 milhões de quilômetros quadrados. Atualmente restam apenas 7,3 % de sua extensão original, cerca de 9.000 km<sup>2</sup>, dispostos de modo esparsos, ao

longo da costa brasileira e no interior das regiões Sul e Sudeste, além de fragmentos no sul dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e no interior dos estados do Nordeste (Steinmetz & De Martine 2004) (Figura 1).

Por toda sua biodiversidade, foi declarada pela UNESCO, como Reserva da Biosfera, um patrimônio da humanidade, sendo considerada, atualmente, um dos mais importantes conjuntos de ecossistemas do planeta e um dos mais ameaçados. Os principais fatores de degradação e pressão que ocorreram ao longo dos anos foram, o veloz processo de industrialização e urbanização desordenada nas áreas que antes eram de Mata Atlântica e o consumo insustentável dos recursos naturais. Além disso, os interesses econômicos imediatistas, a falta de percepção da importância dos benefícios ambientais proporcionados pela cobertura florestal nativa e, a não valorização da biodiversidade levou à supressão de enormes áreas para expansão de lavouras, assentamentos urbanos e exploração seletiva e exaustiva de suas espécies. O resultado de todo esse histórico de destruição é uma fragmentação cada vez maior deste tipo de bioma e a conseqüente redução da sua biodiversidade, motivos suficientes para manter sua preservação (Steinmetz & De Martine 2004, [www.educar.sc.usp.br](http://www.educar.sc.usp.br), acesso em novembro de 2006).

A realização de estudos nestes remanescentes existentes é de extrema importância, a fim de se identificar espécies desconhecidas para a ciência e que, possivelmente, ainda podem ser encontradas nestes locais, permitindo assim uma ampliação do conhecimento dos organismos que constituem este tipo de bioma no país.



Figura 1. Vegetação original e remanescente de Mata Atlântica no Brasil.

Fonte: [www.desmatamentozero.ig.com.br](http://www.desmatamentozero.ig.com.br). Acesso: novembro/2006.

## 2. Caracterização da área de estudo

É num dos remanescentes de Mata Atlântica do Estado de São Paulo que se encontra o Parque Estadual da Serra da Cantareira, local escolhido para a realização deste estudo (Figura 2). Criado pelo decreto-lei Estadual nº 10.228 de 24/9/1968, o Parque apresenta uma área de aproximadamente 7.916 ha ( $23^{\circ}32'36''\text{S}$  e  $46^{\circ}37'59''\text{W}$ ), abrangendo parte dos municípios de Caieiras, Mariporã, Guarulhos e extremo norte de São Paulo, estando situado no Planalto Atlântico, ocupando parte do Maciço da Cantareira e da Serra de Piracaia, com altitudes que variam de 750 a 1.215m, sendo considerado a maior unidade de conservação do mundo situada dentro do perímetro urbano (Secretaria do Meio Ambiente 2003).

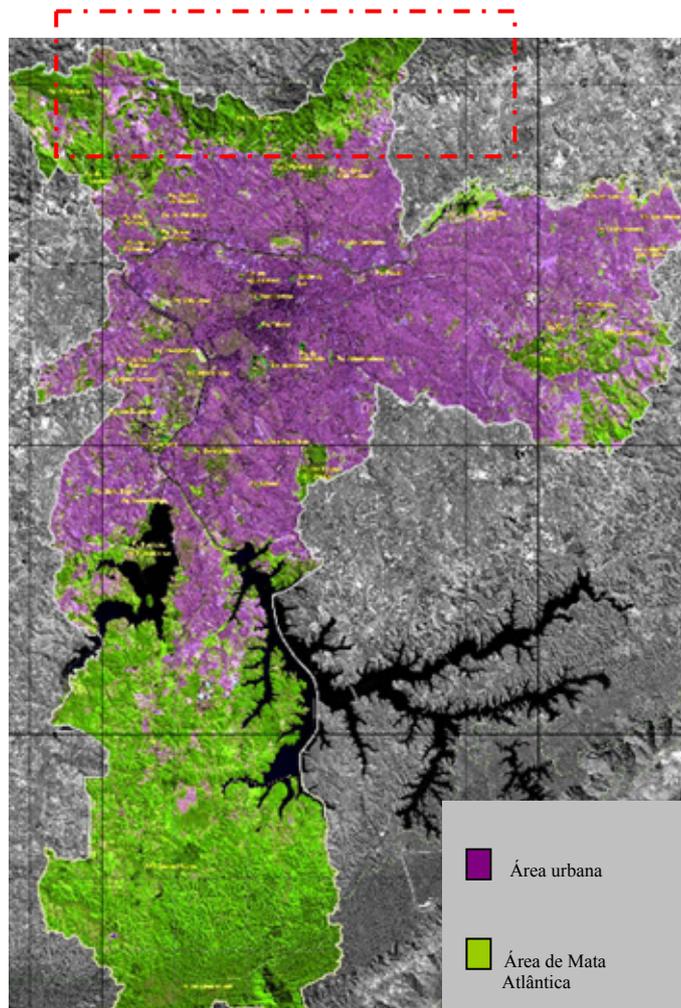


Figura 2. Localização do Parque Estadual da Serra da Cantareira no município de São Paulo.

Fonte: [www.apacapivari.cnpm.embrapa.br](http://www.apacapivari.cnpm.embrapa.br).

Acesso: novembro/2006

O local compreende quatro núcleos, Pedra Grande, Engordador, Águas Claras e Cabuçu, todos destinados a fins científicos, culturais, educativos e recreativos. O núcleo Engordador, escolhido para o levantamento da diversidade de quitridiomictos, foi implementado por meio de uma parceria entre o Instituto Florestal e Furnas Elétricas. Este núcleo possui trilhas que permitem um contato mais próximo com a flora característica da Mata Atlântica, garantindo também o acesso ao rio Engordador e vários outros corpos d'água como, córregos e cachoeiras nele encontrados. A Mata Atlântica que cobre a região instiga a realização de pesquisas e a elaboração de projetos e estudos científicos sobre sua biodiversidade, a fim de garantir a perpetuação das espécies que nela habitam (Secretaria do Meio Ambiente 2003).

O Parque foi declarado pela UNESCO, em 1994, como parte da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo em função de sua importância à regulação do clima, estabilização de solo, conservação de mananciais e de espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção (Secretaria do Meio Ambiente 2003). Apesar do acelerado processo de urbanização observado em seu entorno, o local ainda apresenta uma cobertura vegetal em bom estado de conservação.

Foi considerando a relevância das áreas de Mata Atlântica no estado de São Paulo, a grande importância dos quitridiomictos nos ecossistemas aquáticos e terrestres, principalmente no que concerne à decomposição e ciclagem dos nutrientes, a escassez de estudos nestas áreas, a necessidade de estudos que correlacionem a ocorrência e distribuição da micota zoospórica com os fatores abióticos do meio e, ainda a inexistência do conhecimento do grupo no Parque Estadual da Serra da Cantareira, que o presente estudo foi realizado.

### Literatura citada

- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. & Blackwell, M.** 1996. *Introductory Mycology*. 4 ed. John Wiley , Sons, Inc, New York.
- Antunes, M.F.R., Ninomya, A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1993. Efeitos da queimada sobre a micota de solo de Mata Atlântica na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, SP. *Hoehnea* 20:1-8.
- Barr, D.J.S.** 1980. An outline for the reclassification of the Chytridiales, and for a new order, the Spizellomycetales. *Canadian Journal of Botany*. 58:2380-2394.
- Barr, D.J.S.** 1990. Phylum Chytridiomycota. *In*: L. Margulis, J.O. Corliss, M. Melkonian & D.J. Chapman (eds.) *Handbook of Protoctista*. Jones and Bartlett Publishers, Boston, pp. 454-466.
- Barr, D.J.S.** 1992. Evolution and kingdoms of organisms from the perspective of a mycologist. *Mycologia* 14(1):1-11.
- Barr, D.J.S.** 2001. Chytridiomycota. *In*: D.J. Mclaughlin, E.G. Mclaughlin & P.A. Lemke (eds.). *The Mycota VII Part A*. Springer, Berlin and Heidelberg, pp. 93-112.
- Beard, K. H. & O'Neill, E.M.** 2005. Infection of an frog *Eleutherodactylus coqui* by chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in Hawaii. *Biological Conservation* 126:591-595.
- 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.
- Bruns, T.D., White, T. J. & Taylor, J.W.** 1991. Fungal Molecular Systematic. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22:525-564.
- Bosch, J., Martínez-Solano, I. & García-París, M.** 2001. Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. *Biological Conservation* 97: 331-337.

- Bowman, B.H., Taylor, J.W., Brownlee, Lee, J., Lu, S.-D. & White, T.J.** 1992. Molecular evolution of the Fungi: Relationship of the Basidiomycetes, Ascomycetes and Chytridiomycetes. *Molecular Biological Evolution* 9(2):285-296.
- Carnaval, A.C.O.Q., Toledo, L.F., Haddad, C.F.B. & Britto, F.B.** 2005. Chytrid fungus infects high-altitude stream-dwelling *Hylodes magalhaesi* (Leptodactylidae) in the Brazilian Atlantic rainforest. *In: Froglog* 70:3.
- Copeland, H. F.** 1956. Classification of the lower organisms. Pacific Books, Palo Alto, California.
- Dick, M.W.** 1976. The ecology of aquatic phycomycetes. *In: E.B. Gareth Jones (ed.). Recent advances in Aquatic Mycology.* Elek Science, London, pp. 513-542.
- Dix, N.J. & Webster, J.** 1995. Fungal ecology. Chapman & Hall, Crambridge.
- Förster, H., Coffey, M.D., Elwood, H., M.L. Sogin.** 1990. Sequence analysis of the small subunit ribosomal RNAs of three zoosporic fungi and implications for fungal evolution. *Mycologia* 82:306-312.
- Hawksworth, D.L., Kirk, P.M., Sutton, B.C. & Pegler, D.N.** 1995. Dictionary of the Fungi, 8 ed. International Mycological Institute.
- Hennings, P.** 1896. Myxomycetes, Phycomycete, Ustilagineae and Uredineae. *Hedwigia* 35:210-211.
- Ibelings, B.W., De Bruin, A. & Van Donk, E.** 2003. Parasitic fungi of freshwater phytoplankton. *In: C.K.M. Tsui & K.D. Hyde (eds.) Freshwater Mycology: Fungal Diversity Research Series,* pp. 11-50.
- James, T.Y., Porter, D., Leander, C.A., Vilgalys, R. & Longore, J.E.** 2000. Molecular phylogenetics of the Chytridiomycota supports the utility of ultrastructural data in chytrid systematics. *Canadian Journal of Botany* 78:336-350.
- Jensen, A.B., Gargas, A., Eilenberg, J. & Rosendahl, S.** 1998. Relationships of the insect-pathogenic order Entomophorales (Zygomycota, Fungi) based on phylogenetic analyses of

nuclear small subunit ribosomal DNA sequences (SSU rDNA). *Fungal Genetic Biological* 24: 325-334.

**Joffily, I.M.** 1947. Alguns ficomicetos aquáticos e terrícolas do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia* 10(2):95-113.

**Karling, J.S.** 1977. *Chytridiomycetorum Iconographia*. Vaduz: J. Cramer, New York.

**Kirk, P. M., Cannon, P. F., David, J. C. & Stalpers, J. A.** 2001. *Dictionary of Fungi*. 9 ed. CABI Bioscience, Wallingford.

**Li, J. & Heath, I.B.** 1992. The Phylogentic Relationships of the Anaerobics Chytridiomycetous Gut Fungi (Neocallimasticaceae) and the Chytridiomycota II: Cladistic Analysis of rRNA Sequences. *Canadian Journal of Botany* 71:1738-1746.

**Li, J. & Heath, I.B.** 1993. The Phylogentic Relationships of the Anaerobics Chytridiomycetous Gut Fungi (Neocallimasticaceae) and the Chytridiomycota II: Cladistic Analysis of structural Data and Description of the Neocallimasticales ord. nov. *Canadian Journal of Botany* 71:393-407.

**Longcore, J.E.** 1996. Chytridiomycetes taxonomy since 1960. *Mycotaxon* 60:149-174.

**Lyra, N.P. & Milanez, A.I.** 1974. Notas para o levantamento dos ficomicetos aquáticos do estado de São Paulo. Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco. Publicação 698, pp. 1-27.

**Margulis, L. Corliss, J.O., Melkonian, M. & Chapman, D.J.** 1990. *Handbook of Protoctista*. Jones and Bartlett Publishers, Boston.

**Martins, M.S., Da Róz A.L. & Machado, G.O.** 2006. Mata Atlântica. [http:// www.educar.sc.usp.br](http://www.educar.sc.usp.br), (acesso em 17.11. 2006).

**Milanez, A.I.** 1968. Aquatic fungi of the “cerrado” region of São Paulo State. I. First Results. *Rickia* 3:97-109.

**Milanez, A.I.** 1984a. Fungos zoospóricos do estado de São Paulo. II. Chytridiomycetes da Região Oeste. *Rickia* 11:115-127.

- Milanez, A.I.** 1984b. Distribuição geográfica de *Karlingia rosea* (De Bary & Woronin) Johanson no Brasil. *In: Anais do 4º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, pp. 73-76.
- Milanez, A.I. & Trufem, S.F.B.** 1981. Ficomietos em frutos submersos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Rickia* 9:7-15.
- Milanez, A.I. & Trufem, S.F.B.** 1984. Fungos zoospóricos em frutos submersos no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Rickia* 11:77-84.
- Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1994. Fungos aquáticos da região de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. *ACIESP* 2:142-149.
- 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.; Schoenlein-Crusius & I.H., Lohmann, L.G.** 2003. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Fungos, 8: Blatocladiales. *Hoehnea* 30:21-29.
- Miller, C.E.** 1976. Substrate-influenced morphological variations and taxonomic problems in freshwater, posteriorly uniflagellate Phycomycetes. *In: E.B. Gareth-Jones (ed.). Recent advances in aquatic mycology.* Elek Science, London, pp. 469-487.
- Moreira, C.G.** 2006. Avaliação da diversidade e biomassa de fungos associados a folhas em decomposição de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas em reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.
- Paquim, B., Laforest, M.-J., Forget, L. Roewer, L. Wang, Z., Longcore, J. & Lang, B.F.** 1997. The fungal mitochondrial genome project: evolution of fungal mitochondrial genomes and their gene expression. *Current Genetics*, 31:380-395.
- Pelizon, M.H., Milanez, A.I.** 1979. Ficomietos parasitas de algas da região da grande São Paulo. *Rickia* 8:51-61.

- Pires-Zottarelli, C.L.A.** 1990. Levantamento dos fungos zoospóricos da Represa do Lobo ("Broa"), São Carlos, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- 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, São Paulo.
- Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1993. Fungos zoospóricos da Represa do Lobo ("Broa"). Novas citações para o Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 16(2): 205-220.
- 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(1):77-90.
- 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 de Guarapiranga, São Paulo, SP. *Acta Botanica Brasilica* 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.** 1989. Sucessão fúngica em folhas de *Ficus microcarpa* L.f. submersas no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Revista de Microbiologia* 20(1):95-101.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1998. Fungos zoospóricos (Mastigomycotina) da mata Atlântica da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, município de Santo André, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 2:177-181.

- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (carvalho) submersas em um lago situado no município de Itapeçerica da Serra, SP. *Revista de Microbiologia* 21:61-67.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1992. Aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the Atlantic rainforest. *Revista de Microbiologia* 23:167-171.
- Secretaria do Meio Ambiente.** 2003. Roteiro de Visitação do Parque Estadual da Cantareira.
- Silva, I.L.** 2002. Micobiota de água e de solo das margens de Igarapés situados na área de mata do campus da Universidade do Amazonas, Manaus, AM. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 175p.
- Sparrow Jr., F.K.** 1960. *Aquatic Phycomycetes*. 2 ed. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Sparrow Jr., F.K.** 1968. Ecology of freshwater fungi. *In: G.C. Ainsworth & A.S. Sussman (eds.). The Fungi: an advanced treatise*. Academic Press Inc., New York, pp. 41-93.
- Steinmetz, S. & De Martine, M.** 2004. *Animais da mata Atlântica: patrimônio natural do Brasil*. São Paulo, SP. Empresa das Artes.
- Upadhyay, H.P.** 1967. Soil fungi from north-east Brazil. III Phycomycetes. *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 31(1): 49-62.
- Viégas, A.P. & Teixeira, A.R.** 1943. Alguns fungos do Brasil (Phycomycetes). *Bragantia* 3:223-269.
- Whittaker, R. H.** 1969. New concepts of Kingdoms of organisms. *Science*, New York, 103:150-160.
- Wolf, F.T.** 1941. A contribution to the history and geographic distribution of the genus *Allomyces*. *Mycologia* 33:158-173.

# CAPÍTULO 1

---

## **Diversidade de Chytridiomycota do**

### **Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo**

Cristiane de Almeida Nascimento<sup>1,2</sup> & Carmen Lúcia Amorim Pires-Zotarelli<sup>1</sup>

1- Instituto de Botânica de São Paulo, Seção de Micologia e Liquenologia, Caixa Postal 4005, CEP 01061-970 São Paulo, SP, Brasil.

2- Autor para correspondência: [crisbotanic@yahoo.com.br](mailto:crisbotanic@yahoo.com.br)

Resumo - (Diversidade de Chytridiomycota do Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo). Para o estudo da diversidade de Chytridiomycota, coletas mensais de água e solo, foram realizadas de junho/2005 a junho/2006 no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo. O isolamento destes fungos foi realizado a partir do método de iscagem múltipla das amostras de água e solo com substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos, em laboratório e, utilização de frutos submersos nos corpos d'água, em campo. De um total de 438 isolados, 29 táxons foram identificados, sendo 27 em nível específico e dois em nível genérico, onde 19 são pertencentes a Chytridiales, sete a Spizellomycetales e três a Blastocladales. Destes, seis espécies são novas ocorrências para o Brasil e uma é mencionada pela primeira vez para o estado de São Paulo.

Palavras-chave: Fungi, quitridiomycetos, Mata Atlântica, diversidade.

Abstract - (Diversity of Chytridiomycota from Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo, SP). To study the diversity of the Chytridiomycota, water and soil samples were collected monthly from June/ 2005 to June/2006, from the Parque Estadual da Serra da Cantareira, in the state of São Paulo. The isolation of these fungi was carried out in laboratory treating the water and soil samples by the baiting technique with celulosic, chitinous and queratinous substrates and using submerged fruits in water bodies, in the field. Twenty-nine taxa were identified, with nineteen belonging to Chytridiales, seven to Spizellomicetales and three to Blastocladales. From these, six species are new occurrences to Brazil and one is mentioned for the first time to the São Paulo state.

Key-words: Fungi, chytrids, Atlantic Rainforest, diversity.

## Introdução

Chytridiomycota compreende fungos comumente conhecidos como “quitrídias” que formam células reprodutivas móveis (zoósporos e gametas) em um mesmo estágio do seu ciclo de vida. Estas células, exceto para poucas espécies poliflageladas, são caracterizadas por apresentar um único flagelo, tipo chicote, posteriormente inserido. Considerando as variações morfológicas observadas no talo dos seus representantes, este se apresenta cenocítico, de desenvolvimento endógeno ou exógeno, holocárpico ou eucárpico, monocêntrico ou policêntrico, rizoidal ou micelial e, assim como os demais organismos inseridos em Fungi, possuem quitina e glucanos na composição da parede celular, embora algumas espécies também possam apresentar uma pequena quantidade de celulose (Hawksworth *et al.* 1995, Alexopoulos *et al.* 1996, Ibelings *et al.* 2003). Sua distribuição é cosmopolita, podendo ser encontrados tanto em ambientes aquáticos, continentais e marinhos, quanto terrestres, existindo ainda algumas espécies que vivem obrigatoriamente como anaeróbios em rúmen e ceco de herbívoros. Além das espécies sapróbias, que representam a grande maioria, algumas podem apresentar comportamento parasítico em algas, outros fungos, anfíbios, animais microscópicos e plantas superiores. A reprodução assexuada se dá por meio de zoósporos e, a sexual, por copulação planogamética, copulação de gametângios ou somatogamia (Alexopoulos *et al.* 1996).

A classificação, bem como a estimativa do número de espécies conhecidas é bastante variada dentro dos sistemas de classificação existentes para este grupo de fungos. Neste trabalho, foi utilizado o sistema de Hawksworth *et al.* (1995) para a classificação da maioria dos táxons e, o de Kirk *et al.* (2001), para os gêneros *Karlingia*, *Rhizophlyctis* e *Rozella*. O número de espécies conhecidas para os gêneros identificados foi baseado, principalmente, no sistema de Kirk *et al.* (2001) por se tratar da edição mais recente do dicionário dos fungos.

Apesar de vários estudos taxonômicos já terem sido realizados no Brasil, de 914 espécies reportadas para o mundo, apenas 128 são citadas para o país, o que representa 14% do total conhecido (C.L.A. Pires-Zottarelli, dados não publicados), resultado, principalmente, do pequeno

número de especialistas no país. É no estado de São Paulo que se concentra a grande maioria destes estudos (Beneke & Rogers 1962, Milanez 1968, 1984a, 1984b, Rogers *et al.* 1970, Lyra & Milanez 1974, Pelizon & Milanez 1979, Milanez & Trufem 1981, 1984, Pires-Zottarelli 1990, 1999, Pires-Zottarelli & Milanez 1993, Milanez *et al.* 1994, 2003, Pires-Zottarelli *et al.* 1996, Rocha & Pires-Zottarelli 2002, Gomes 2005, Moreira 2005, dentre outros). Embora muitos destes tenham sido realizados em áreas de Mata Atlântica (Milanez *et al.* 1994, Rogers *et al.* 1970, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, 1992, Schoenlein-Cruius & Milanez 1989, 1998, Pires-Zottarelli 1999, Rocha 2004, Gomes 2005, Moreira 2005), ainda há muito que se conhecer a respeito da biodiversidade desse grupo neste e em outros tipos de biomas, inclusive em outras regiões do Brasil. Referências de estudos com quitridiomicetos para o Parque Estadual da Serra da Cantareira eram inexistentes e, sendo este o primeiro estudo realizado no local, os resultados obtidos contribuem, significativamente, para o conhecimento da diversidade do grupo no Parque, indicando a riqueza em espécies e ampliando o conhecimento da mesma em áreas de Mata Atlântica no estado de São Paulo e no Brasil.

### **Material e Métodos**

O Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo (23°32'36"S e 46°37'59"W), foi o local escolhido para a realização deste estudo. Apresentando uma área de aproximadamente 7.916 ha, o Parque abrange parte dos municípios de Caieiras, Mairiporã, Guarulhos e extremo norte de São Paulo, sendo considerado a maior unidade de conservação do mundo situada dentro de um perímetro urbano. Em função de sua grande importância à regulação do clima, estabilização de solo, conservação de mananciais e de espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção, em 1994 foi declarado pela UNESCO como parte da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo (Secretaria do Meio Ambiente 2003).

Na área de estudo, sete pontos foram selecionados para as coletas de água e solo, as quais foram realizadas mensalmente, de junho de 2005 a junho de 2006, totalizando 13 excursões, que permitiram a obtenção de 182 amostras (91 de água e 91 de solo). As amostras coletadas foram iscadas conforme metodologia tradicional utilizada para o estudo de fungos zoospóricos descrita em Milanez (1989), sendo duas técnicas adotadas neste estudo. Na primeira o processo de iscagem das amostras de água e solo foi conduzido em laboratório e consistiu na utilização de substratos celulósicos (semente de sorgo, epiderme de cebola, palha de milho, grãos de pólen, celofane), quitinoso (exoesqueleto de camarão) e queratinosos (ecdise de cobra, cabelo loiro de crianças). Na segunda técnica, a iscagem foi realizada em campo e, o isolamento foi obtido utilizando-se frutos de maçã, acondicionados em recipientes plásticos perfurados, que permaneceram submersos nos corpos d'água por um período de três a quatro semanas.

Com auxílio de literatura específica, os isolados foram identificados, descritos, comentados e ilustrados e, para a preservação dos espécimes, lâminas semi-permanentes em azul de algodão com lactofenol, resina polivinílica com glicerina e, resina polivinílica com glicerina mais adição de azul de algodão com lactofenol, foram montadas e incorporadas no Herbário Científico “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” Instituto de Botânica, São Paulo (SP). Fotografias dos táxons foram obtidas através de equipamento de captura de imagens Leica Qwin V3 e, encontram-se no anexo 1 do presente trabalho.

## **Resultados e Discussão**

De um total de 438 isolados, 214 foram observados em amostras de água (48,85%) e, 224 no solo (51,4%). 29 táxons foram identificados, sendo 27 em nível específico e dois em nível genérico, distribuídos em três ordens, Blastocladales, Chytridiales e Spizellomycetales (Tabela 1). Chytridiales foi a ordem mais representativa com 19 táxons (65%), seguida por Spizellomycetales

**Tabela 1.** Táxons de Chytridiomycota de amostras de água e solo coletadas de junho/2005 a junho/2006 no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo. Classificação segundo Hawksworth *et al.* (1995) e Kirk *et al.* (2001). (A= Água/ S= Solo)

TÁXONS/MESES COLETA	jun/05	jul/05	ago/05	set/05	out/05	nov/05	dez/05	jan/06	fev/06	mar/06	abr/06	mai/06	jun/06	f(%)
REINO FUNGI														
FILO CHYTRIDIOMYCOTA														
Blastocladales														
Blastocladiaceae														
<i>Blastocladia pringsheimii</i> Reinsch	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7
Catenariaceae														
<i>Catenaria</i> sp.1	-	-	S	-	S	-	-	-	-	A	-	-	-	23,1
<i>Catenophlyctis variabilis</i> (Karling) Karing	S	A	A/S	A/S	A/S	A/S		A/S	A/S	A/S	A/S	A/S	A	92,3
Chytridiales														
Chytridiaceae														
<i>Chytromyces apendiculatus</i> Karling	A/S	A/S	A/S	A/S	A	A	A/S	A/S	A/S	A	S	A/S	A/S	100
<i>C. hyalinus</i> Karling	A/S	-	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A/S	84,6
<i>C. aureus</i> Karling	A/S	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100
<i>C. spinosus</i> Fay	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7
<i>Phytochytrium aureliae</i> Ajello	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	7,7
<i>Rhizophydium elyensis</i> Sparrow	-	-	S	-	S	-	-	S	S	S	-	S	S	53,8
<i>R. macroporosum</i> Karling*	-	-	S	-	-	-	S	-	S	-	-	-	-	23,1
<i>R. stipitatum</i> Sparrow	S	-	-	S	S	-	A	S	-	-	-	-	-	38,5
<i>Septosperma rizophydii</i> Whiffen ex W.H.														
Blackwell & M.J. Powell	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	S	-	46,1
<i>Solutoparies pythii</i> Whiffen ex W.H.														
Blackwell & M.J. Powell*	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	7,7
Cladochytriaceae														
<i>Cladochytrium replicatum</i> Karling	A/S	A/S	A/S	A/S	S	A/S	A/S	A	A/S	A	-	A	A	92,3
<i>C. setigerum</i> Karling*	-	-	S	-	-	S	A	-	S	A	-	-	-	38,5
<i>C. tenue</i> Nowakowski	A/S	A	S	A	-	S	-	S	S	S	-	-	-	61,5
<i>Nowakowskiella elegans</i> (Nowak.) Schöeter	A/S	-	A/S	A/S	S	A	-	-	A	S	-	-	S	61,5

Tabela 1 cont.

<i>N. multispora</i> Karling	-	-	-	-	A/S	A	-	-	-	-	S	A	A	38,5
<i>Septochytrium willoughbyi</i> Dogma**	A	A/S	S	A/S	S	A/S	S	A/S	A/S	S	S	S	-	92,3
Endochytriaceae														
<i>Diplophlyctis sarcoptoides</i> (H.E. Petersen)														
Dogma**	A	-	A	S	-	S	-	-	A	-	A/S	S	A	61,5
<i>D. intestina</i> (Shenk) J. Schröt*	A	-	S	-	S	-	-	-	-	A/S	-	-	-	30,8
<i>Entophlyctis luteolus</i> Longcore	A	A/S	S	A/S	-	S	A/S	S	S	S	-	S	-	76,9
Spizelomycetales														
Spizelomycetaceae														
<i>Karlingia asterocysta</i> Karling*	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7
<i>K. curvispinosa</i> Karling	-	-	-	-	-	-	S	A	A	-	S	-	-	30,8
<i>K. granulata</i> Karling	A	A/S	S	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S	92,3
<i>K. rosea</i> Karling	S	S	S	A/S	A/S	-	S	A	S	S	S	S	A/S	92,3
<i>Karlingia</i> sp. 1	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7
<i>Rhizophlyctis chitinophila</i> Sparrow	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	7,7
<i>Rhozella chytriomycii</i> Karling*	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7

\* Primeiras ocorrências no Brasil

\*\* Primeira ocorrência para o estado de São Paulo

com sete (24%) e Blastocladales com três (11%). As ordens, famílias e gêneros são caracterizados e, as espécies descritas, comentadas e ilustradas. Dentre os 29 táxons identificados, *Chytrium appendiculatus* Karling ocorreu em todos os pontos de coleta de água e solo, sendo a espécie que apresentou maior frequência de ocorrência (100%). No entanto, *Blastocladia pringsheimii* Reinsh, *Chytrium spinosus* Fay, *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, *Solutoparies pythii* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell, *Karlingia asterocysta* Karling, *Karlingia* sp. 1, *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow e *Rozella chytriomycii* Karling, foram os táxons que apresentaram menor frequência (7,1%), ocorrendo uma única vez ao longo deste estudo.

## REINO FUNGI

### CHYTRIDIOMYCOTA

#### Chytridiomycetes

#### Blastocladales

#### Blastocladaceae

*Blastocladia* Reinsch 1878.

Talo com célula basal cilíndrica, mais ou menos alongada, expandida no ápice, formando lóbulos distalmente expandidos ou ramos clavados curtos, nos quais as estruturas reprodutivas são formadas. Zoosporângios geralmente cilíndricos, fusiformes ou clavados; com ou sem proliferação interna; parede lisa; ocasionalmente com setas; papila apical. Zoósporos com uma conspícua capa nuclear; liberação através de um poro, individualmente ou em uma vesícula evanescente. Esporos de resistência esféricos, ovóides ou elipsóides; parede lisa, espessada, punctada, coloração marrom; persistentes ou decíduos; assexuadamente formados; produzindo zoósporos após germinação (Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 13 espécies conhecidas, das quais uma foi representada no presente estudo.

***Blastocladia pringsheimii*** Reinsch, Jahrb. wiss. Bot. 11: 298. 1878.

Figuras 1-2

Talo com célula basal cilíndrica, parte distal expandida, formando lóbulos dilatados. Zoosporângios predominantemente cilíndricos,  $50\text{--}120 \times 7,5\text{--}40 \mu\text{m}$ , às vezes fusiformes, ocasionalmente curvos, produzidos no ápice da célula basal e, quando decíduos, deixando cicatrizes no local de inserção; sem proliferação interna; parede lisa; setas presentes. Zoósporos não observados. Esporos de resistência ovóides,  $17,5\text{--}12,5 \times 10\text{--}12,5 \mu\text{m}$ ; base truncada; parede espessada, punctada, coloração marrom; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005), em frutos de maçã (*Malus* sp.), C.A. Nascimento. SP 381609.

Distribuição no Brasil: **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004). **São Paulo:** Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli 1999), Marabá Paulista (Milanez 1984b) e São Paulo (Rocha & Merighi Junior 1986).

*Blastocladia pringsheimii* caracteriza-se pela presença de talo com célula basal expandida distalmente, formando lóbulos dilatados, com zoosporângios, não prolíferos, abundantemente produzidos em seu ápice e, deixando cicatrizes quando decíduos. Os espécimes examinados apresentaram zoosporângios cilíndricos menores que os descritos por Milanez (1967), que cita de  $100\text{--}150 \times 35\text{--}50 \mu\text{m}$  e, Pires-Zottarelli (1990), de  $43\text{--}190 \times 13\text{--}99 \mu\text{m}$  e, zoosporângios cilíndricos e esporos de resistência menores que Milanez *et al.* (2003), que citam, respectivamente, de  $50\text{--}250 \times 10\text{--}60 \mu\text{m}$  e, de  $36\text{--}198 \times 28\text{--}156 \mu\text{m}$ .

A primeira ocorrência no Brasil foi citada por Rogers *et al.* (1970), em frutos submersos em corpos d'água, coletados no município de São Paulo, SP.

## Catenariaceae

### Chave para os gêneros

1. Talo policêntrico; zoosporângios organizados em uma série linear no rizomicélio; tubo de liberação único ..... *Catenaria*

1. Talo monocêntrico ou policêntrico; quando policêntrico, zoosporângios organizados radialmente no rizomicélio; um a vários tubos de liberação ..... *Catenophlyctis*

### *Catenaria* Sorokin 1876.

Talo sapróbio ou parasítico, eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio ramificado ou não; septos delimitando os rudimentos do zoosporângio, os esporos de resistência ou istmos estéreis. Zoosporângios inoperculados, esféricos, ovais, elípticos, piriformes, subglobosos, formados em uma série linear no rizomicélio; parede lisa, coloração hialina; com tubo de liberação, único, geralmente curto. Zoósporos com uma ou mais gotículas lipídicas; com capa nuclear; liberação através de um poro formado no tubo de liberação. Esporos de resistência esféricos, subsféricos ou ovóides; parede lisa, espessada, coloração marrom; assexuadamente formados; funcionando como um zoosporângio após a germinação (Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 10 espécies conhecidas.

### *Catenaria* sp. 1

#### Figura 3

Talo sapróbio, eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio ramificado, extensivo. Zoosporângios inoperculados, esféricos 7,5–17,5 µm diâm., ovais, 14–17,5 × 12–15 µm, ocasionalmente irregulares, organizados em uma série linear no rizomicélio; parede lisa, coloração hialina; com um tubo de liberação, variável em tamanho. Zoósporos e esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (31-III-2006) e amostras de solo (11-VIII-2005, 17-XI-2005), em ecdise de cobra, C. A. Nascimento.

*Catenaria* sp. 1 caracteriza-se pela presença de zoosporângios inoperculados organizados em uma série linear no rizomicélio. Não foi possível sua identificação em nível específico devido a não observação do número de gotículas lipídicas do zoósporo nos espécimes examinados, característica taxonomicamente importante para a separação em nível específico.

***Catenophlyctis* Karling 1965.**

Talo eucárpico, monocêntrico ou policêntrico; talo monocêntrico consistindo de um zoosporângio inoperculado, variável em forma; parede lisa, coloração hialina; um a vários rizóides saindo de diferentes pontos da parede; talo policêntrico geralmente com rizomicélio extensivo, ramificado, saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio; zoosporângios inoperculados, variáveis em forma, organizados radialmente ao longo do rizomicélio; parede lisa, coloração hialina; com um ou mais tubos de liberação. Zoósporos com capa nuclear; liberação através de um poro formado no tubo de liberação (Karling 1965, Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 2 espécies conhecidas, das quais uma foi representada no presente estudo.

***Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling Am. J. Bot. 52(2): 133-138. 1965.**

Basiônimo: *Phlyctorhiza variabilis* Karling, Am. J. Bot. 34:27. 1947.

**Figura 4**

Talo eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio bastante ramificado, geralmente saindo de vários pontos da parede do zoosporângio. Zoosporângios inoperculados, variáveis em tamanho e forma, geralmente irregulares, 15–62,5 × 7,5–47,5 µm, ovais, 15–65 × 12,5–52,5 µm,

esféricos, 10–50 µm diâm., ocasionalmente clavados; organizados radialmente no rizomicélio; parede lisa, espessada, coloração hialina; com 2–3 tubos de liberação. Zoósporos e esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2006, 19-X-2005, 17-XI-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 27-IV-2006, 19-V-2006, 05-VI-2006) e amostras de solo (08-VI-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 17-XI-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 27-IV-2006, 19-V-2006), em ecdise de cobra, *C.A. Nascimento*. SP 381610.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Silva 2002). **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004). **Pernambuco:** Recife (Cavalcanti 2000). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **São Paulo:** Angatuba, Assis, Marabá Paulista, Parapuã, Pedrinhas Paulista, Presidente Epitácio, Presidente Venceslau, Rancharia, Tarumã, Teodoro Sampaio (Milanez 1984b), Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli 1990), Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), Santo André (Schoellein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998<sup>a, b, c</sup>) e São Paulo (Milanez *et al.* 1994a, Rocha & Pires-Zottarelli 2002, Milanez *et al.* 2003, Rocha 2004).

*Catenophlyctis variabilis* caracteriza-se pela presença de zoosporângios inoperculados de tamanhos e formas muito variáveis, organizados radialmente em um rizomicélio muito ramificado. Os espécimes isolados apresentaram zoosporângios ovais menores que os descritos por Karling (1965), que cita de 8–120 × 6–60 µm e, Milanez (1984a), que menciona de 2–100 × 10–50 µm, concordando com as demais características citadas pelos autores.

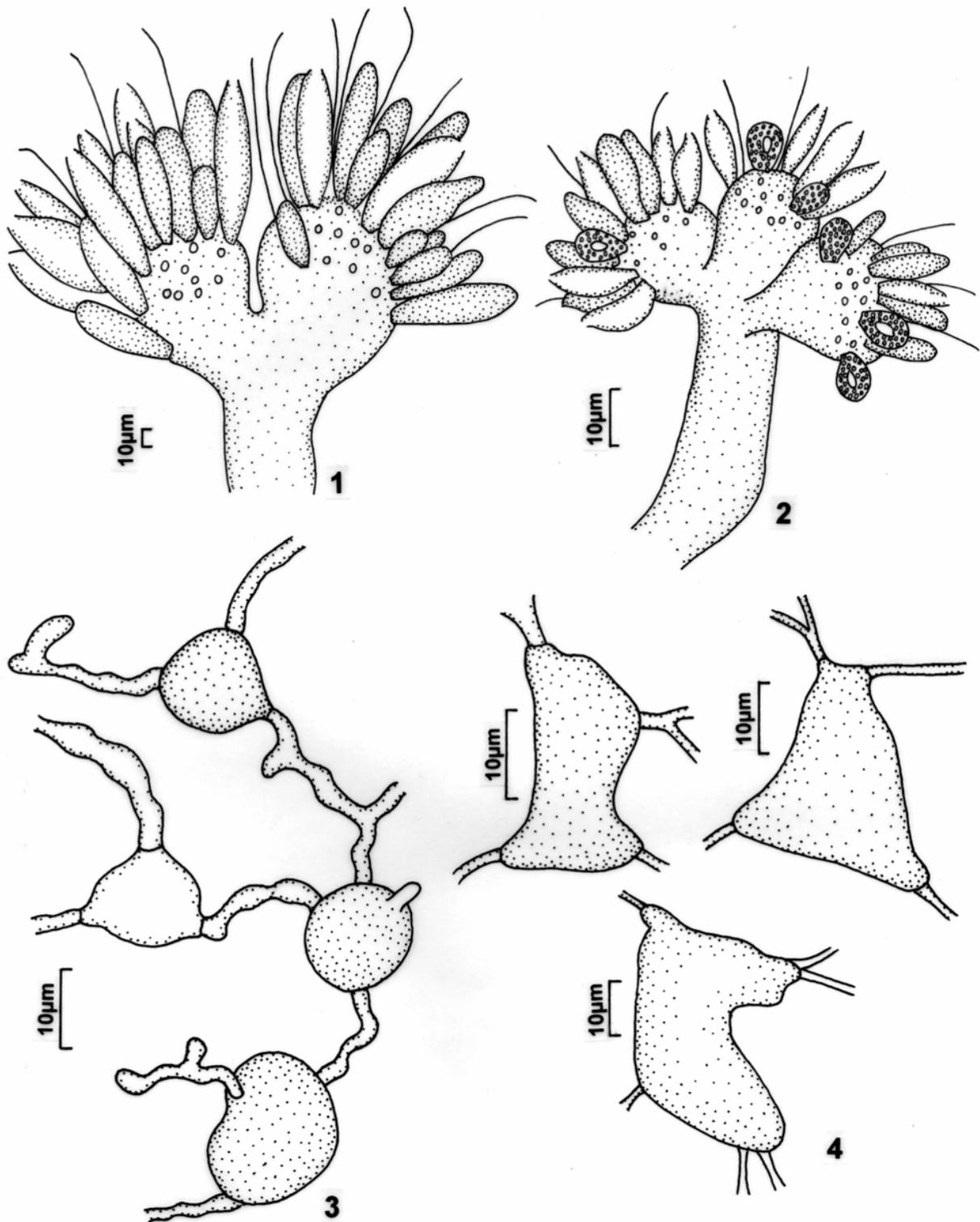
Neste estudo, *C. variabilis* apresentou crescimento saprofítico restrito a substrato queratinoso, ecdise de cobra, concordando com Karling (1946e, 1947b), Milanez (1984a), Pires-Zottarelli (1999) e Rocha (2004), que em seus estudos, também descrevem esta espécie como sendo exclusivamente queratinofílica. Entretanto, Karling (1965) cita seu crescimento tanto em substratos

queratinosos como celulósicos e, Rothwell (1965) *apud* Karling (1965) cita o seu desenvolvimento em uma variedade de meios sintéticos.

A primeira ocorrência desta espécie é de Karling (1946e), que a nomeou como *Perirhiza endogena*. No mesmo ano, Hanson (1946) estabeleceu o gênero *Phlyctorhiza* e descreveu a nova espécie *Phlyctorhiza endogena*, que desenvolvia apenas talos monocêntricos.

Karling (1947b) observou que algumas características da descrição de *Phlyctorhiza* concordavam com a descrição de *Perirhiza endogena*. Entretanto, este novo gênero apresentava zoósporos liberados em uma vesícula, o que não ocorria em *Perirhiza endogena* e, mesmo não tendo certeza, o autor resolveu incluí-la temporariamente neste gênero, renomeando-a como *Phlyctorhiza variabilis*, que foi então descrita como uma espécie eucárpica, monocêntrica e, que ocasionalmente desenvolvia talos policêntricos. Vários estudos posteriores permitiram o isolamento de espécimes que apresentavam tanto talos monocêntricos quanto policêntricos e, Karling (1951a), concluiu que talos monocêntricos e/ou policêntricos poderiam ocorrer na natureza. Essa frequência no desenvolvimento de talos policêntricos e zoósporos com uma conspícua capa nuclear, similares aos de Catenariaceae, sugeriram que esta espécie poderia ser um representante desta família e, portanto, deveria estar incluída em Blastocladiales e não em Chytridiales. Sparrow (1960) considerou *Phlyctorhiza variabilis* como um *nomen nudum* e aceitou *C. variabilis* como um representante de Entophlyctoideae incluída em Chytridiales. Baseado na ocorrência de talos monocêntricos e/ou policêntricos, Karling (1965) criou o gênero *Catenophlyctis* e transferiu *Phlyctorhiza variabilis* de Chytridiales para Blastocladiales, propondo assim, a nova combinação *C. variabilis*.

A primeira ocorrência para o Brasil é de Karling (1947b), sob a combinação *Phlyctorhiza variabilis*, crescendo saprofiticamente em tecidos queratinizados de insetos mortos coletados nos estados de Roraima e Amazonas.



**Figura 1-2.** *Blastocladia pringsheimii* Reinsh. 1. Aspecto geral do talo evidenciando os zoosporângios, setas e cicatrizes. 2. Talo com zoosporângios e esporos de resistência. **Figura 3.** *Catenaria* sp.1 Talo policêntrico com zoosporângios em cadeia.. **Figura 4.** *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling. Diferentes formas de zoosporângio.

## Chytridiales

### Chytridiaceae

#### Chave para os gêneros

- 1. Talo parasítico ..... 2
- 1. Talo sapróbio ..... 3
  - 2. Zoosporângios lisos ..... *Septosperma*
  - 2. Zoosporângios ornamentados ..... *Solutoparies*
  - 3. Zoosporângios operculados ..... *Chytriomycetes*
  - 3. Zoosporângios inoperculados ..... 4
    - 4. Zoosporângios lisos sem apófise ..... *Rhizophydium*
    - 4. Zoosporângios lisos ou ornamentados com apófise ..... *Phlyctochytrium*

#### *Chytriomycetes* Karling 1945.

Talo sapróbio, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios operculados, variáveis em forma; parede lisa ou com ornamentações em forma de espinhos, coloração hialina; sem papilas ou tubos de liberação; com ou sem apêndice; com ou sem apófise. Sistema rizoidal ramificado, extensivo, um eixo principal saindo da base do zoosporângio ou da base de uma apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo após a abertura do opérculo formado na parede do zoosporângio e, geralmente envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados antes de sua dispersão. Esporos de resistência variáveis em forma; parede lisa ou com ornamentações em forma de espinhos, espessada, coloração hialina, castanha ou âmbar; sem apófise; assexuadamente ou sexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após a germinação (Karling 1945b, Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 33 espécies conhecidas, das quais quatro foram representadas no presente estudo.

### Chave para as espécies de *Chytriomycetes*

- 1. Zoosporângios com apêndice ..... *C. appendiculatus*
- 1. Zoosporângios sem apêndice ..... 2
  - 2. Zoosporângios ornamentados ..... *C. spinosus*
  - 2. Zoosporângios lisos ..... 3
- 3. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina ..... *C. hyalinus*
- 3. Zoósporos com uma gotícula lipídica dourada ..... *C. aureus*

***Chytriomycetes appendiculatus*** Karling, Bull. Torrey Bot. Club 74: 335. 1947.

#### Figuras 5-6

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios operculados, irregularmente piriformes,  $30\text{--}67,5 \times 12,5\text{--}45 \mu\text{m}$ , ovais,  $17,5\text{--}42,5 \times 13\text{--}27,5 \mu\text{m}$ , raramente esféricos; parede lisa, coloração hialina em isolados jovens, mas normalmente tornado-se espessada e marrom nos isolados mais antigos; com apêndice; sem apófise. Sistema rizoidal ramificado, extensivo, um eixo principal saindo da base do zoosporângio. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo após a abertura do opérculo formado na parede do zoosporângio e, envolvidos por uma matriz gelatinosa hialina, onde permanecem agrupados antes de sua dispersão. Esporos de resistência predominantemente irregulares,  $17\text{--}25 \times 23\text{--}34 \mu\text{m}$ , esféricos,  $21\text{--}24 \mu\text{m}$  diâm.; parede lisa, espessada, coloração âmbar; geralmente com apêndice; conteúdo granular com um vacúolo central; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 17-XI-2005,

07-XII-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 27-IV-2006, 19-V-2006, 05-VI-2006) e de solo (11-VIII-2005, 21-IX-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 27-IV-2006, 19-V-2006, 05-VI-2006), em exoesqueleto de camarão, *C.A. Nascimento* SP 381611.

Distribuição no Brasil: **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004). **São Paulo:** São Paulo (Rocha 2004).

*Chytriomycetes appendiculatus* caracteriza-se pela presença de zoosporângios operculados, não apofisados e apendiculados. Os isolados examinados apresentaram zoosporângios irregularmente piriformes menores que os descritos por Karling (1947c), que em descrição original cita de 30–90×10–50 µm e, Rocha (2004), de 62–100 × 45–87 µm, concordando com as demais características citadas pelos autores.

A primeira citação de *C. appendiculatus* para o Brasil é de C.L.A. Pires-Zottarelli, que a isolou de amostras de água e solo coletadas em áreas de cerrado no estado de São Paulo (Rocha 2004).

*Chytriomycetes aureus* Karling, Am. J. Bot. 32(7): 363. 1945.

Figuras 7-9

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios operculados, esféricos, 16–45 µm diâm.; parede lisa, não espessada, coloração hialina; sem apêndice; apófise, quando presente, de esférica a subesférica. Sistema rizoidal ramificado, extensivo, um eixo principal saindo da base do zoosporângio ou de uma apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica dourada; quando liberados, saindo após a abertura do opérculo formado na parede do zoosporângio e, envolvidos por uma matriz gelatinosa hialina contínua com o zoosporângio, onde permanecem agrupados antes de sua dispersão. Esporo de resistência não observado.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 17-XI-2005, 07-XII-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 27-IV-2006, 19-V-2005, 05-VI-2006) e de solo (08-VI-2005), em exoesqueleto de camarão, *C.A. Nascimento* SP 381612.

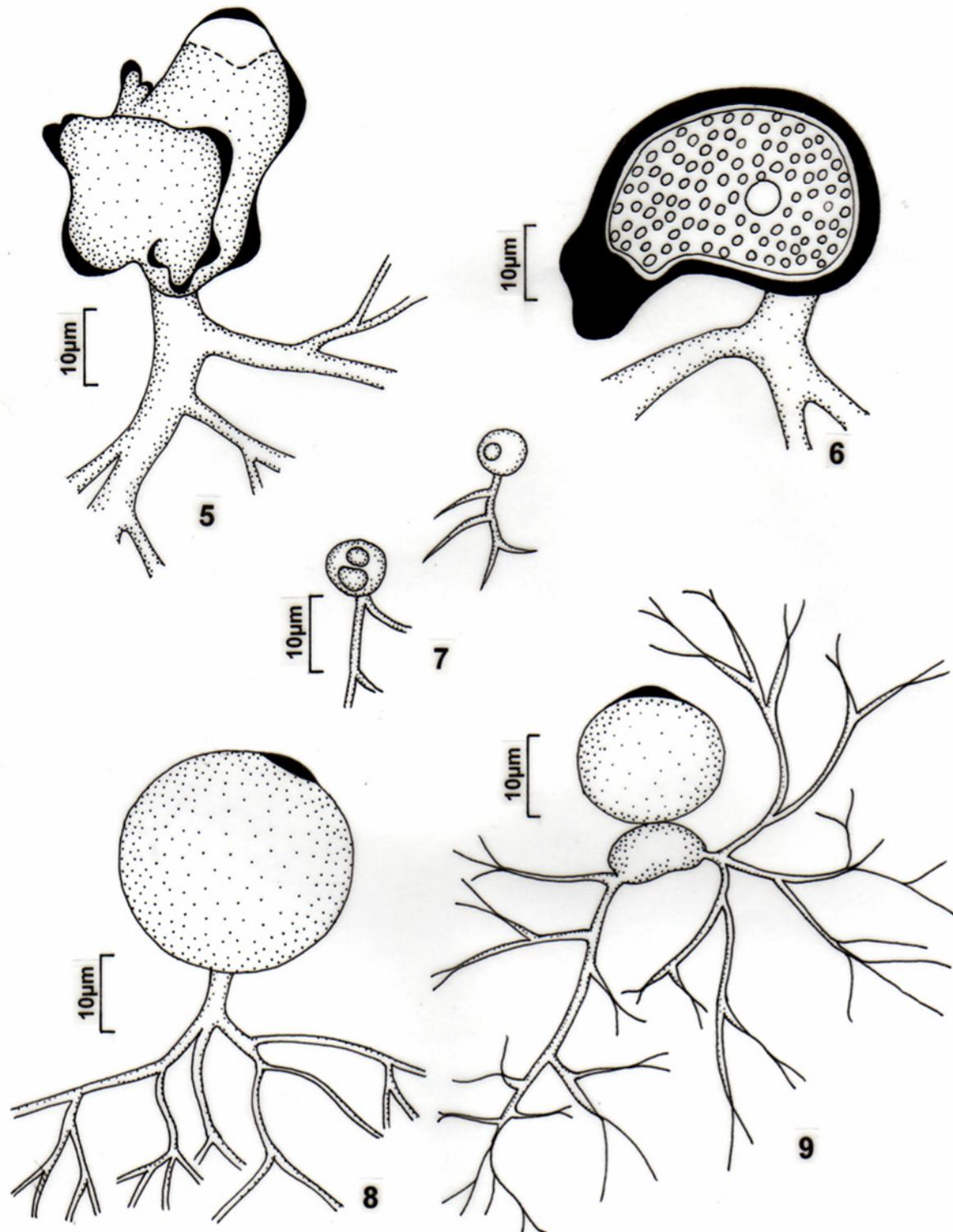
Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Flores Nabuco (Karling 1945b). **Piauí:** Parque Nacional de Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **São Paulo:** São Paulo (Rocha 2004).

*Chytriumyces aureus* caracteriza-se pela presença de zoosporângios operculados, apofisados ou não e, zoósporos com uma típica gotícula lipídica dourada. Os zoosporângios esféricos dos espécimes examinados se apresentaram pouco maiores que os descritos por Karling (1945b) e Rocha (2002), que mencionam, respectivamente, de 8–40 µm diâm., e de 8–30 µm diâm., e menores que Rocha (2004), que cita de 32–68 µm diâm.

Os isolados obtidos demonstraram um crescimento restrito em substrato quitinoso, exoesqueleto de camarão, concordando com Karling (1945b), Rocha (2002) e Rocha (2004). No entanto, Sparrow (1960), também cita a ocorrência desta espécie em substrato celulósico, epiderme de cebola, discordando deste caráter exclusivamente quitinofílico

*Chytriumyces aureus* é morfologicamente semelhante a *C. hyalinus* Karling e as duas espécies ocorreram freqüentemente associadas ao longo deste estudo. Porém, *C. aureus* foi facilmente diferenciado pela coloração dourada da gotícula lipídica do zoósporo, a qual se apresenta hialina em *C. hyalinus*.

A espécie foi primeiramente descrita por Karling (1945b), isolada de amostras iscadas com substrato quitinoso, coletadas em Flores Nabuco, AM, Brasil.



**Figura 5-6.** *Chytrium appendiculatus* Karling. 5. Zoosporângio apendiculado. 6. Esporo de resistência apendiculado. **Figura 7-9.** *C. aureus* Karling. 7. Início de desenvolvimento. 8. Zoosporângio não apofisado. **Figura 9.** Zoosporângio apofisado.

*Chytriumyces hyalinus* Karling, Am. J. Bot. 32(7): 363. 1945.

Figuras 10-11

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios operculados, esféricos, 17–26 µm diâm.; parede lisa, não espessada, coloração hialina; sem apêndice; apófise, quando presente, de esférica a subesférica. Sistema rizoidal ramificado, extensivo, um eixo principal saindo da base do zoosporângio ou de uma apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo após a abertura do opérculo formado na parede do zoosporângio e, envolvidos por uma matriz gelatinosa hialina, onde permanecem agrupados antes de sua dispersão. Esporo de resistência não observado.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 17-XII-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 27-IV-2006, 05-VI-2006) e de solo (08-VI-2006), em exoesqueleto de camarão, *C.A. Nascimento* SP 381613.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Karling 1945b). **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004).

**Piauí:** Parque Nacional de Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **São Paulo:** Cananéia (Booth, 1979) e São Paulo (Rocha & Pires-Zottarelli 2002, Rocha 2004).

*Chytriumyces hyalinus* caracteriza-se pela presença de zoosporângios operculados, apofisados ou não e, zoósporos com uma gotícula lipídica hialina. Os espécimes examinados apresentaram zoosporângios esféricos menores que os descritos por Karling (1945b), o qual cita de 10–60 µm diâm., Rocha (2002), de 8–56 µm diâm. e, Rocha (2004), de 30–67 µm diâm.

Os espécimes isolados neste estudo demonstraram um crescimento restrito em substrato quitinoso, exoesqueleto de camarão, concordando com Karling (1945b), Rocha (2002) e Rocha (2004). No entanto, de acordo com Sparrow (1960), a espécie também pode ocorrer em substrato

celulósico, epiderme de cebola, o que descarta o caráter exclusivamente quitinofílico desta espécie.

*Chytriomyces hyalinus* possui características morfológicas muito semelhantes a *C. aureus* Karling, mas difere desta espécie pela coloração hialina da gotícula lipídica do zoósporo, que se apresenta dourada em *C. aureus*.

A espécie foi primeiramente descrita por Karling (1945b), isolada de amostras iscadas com substrato quitinoso, coletadas em Flores Nabuco (AM), Brasil.

***Chytriomyces spinosus*** Fay, Mycologia 39: 152-157. 1947.

Figura 12

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatical. Zoosporângios operculados, obpiriformes, 15–42,5 × 10–32,5 µm; parede com ornamentações em forma de delicados espinhos agudos, não bifurcados; apêndice ausente; sem apófise. Sistema rizoidal ramificado, extensivo, um eixo principal saindo da base do zoosporângio. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo após a abertura do opérculo formado na parede do zoosporângio, envolvidos por uma matriz gelatinosa hialina, onde permanecem agrupados antes de sua dispersão. Esporo de resistência não observado.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005), em epiderme de cebola, *C.A. Nascimento* SP 381614.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Silva 2002). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **São Paulo:** São Paulo (Rocha 2004).

*Chytriomyces spinosus* caracteriza-se pela presença de zoosporângios operculados, apresentando ornamentações em forma de espinhos agudos, não bifurcados. Os espécimes examinados neste estudo apresentaram zoosporângios menores que os descritos por Fay (1947), que

cita de  $11,3\text{--}45 \times 11,3\text{--}40,5 \mu\text{m}$ , e Rocha (2004), de  $30\text{--}47 \times 22\text{--}35 \mu\text{m}$  e, maiores que Rocha (2002), que menciona de  $7\text{--}30 \times 5\text{--}30 \mu\text{m}$ .

Os isolados apresentaram crescimento apenas em substrato celulósico, epiderme de cebola, concordando com Fay (1947), que afirma que ao contrário das outras espécies até então conhecidas para o gênero, esta é a única que não apresenta desenvolvimento em substratos quitinosos e cresce mais facilmente em substratos celulósicos, concordando também com Rocha (2002) e Rocha (2004).

Rocha (2002) e Rocha (2004) citam em suas descrições a presença de espinhos bifurcados na parede do zoosporângio, porém esta característica não foi observada nos espécimes isolados neste estudo.

*Chytrium spinosus* foi isolada pela primeira vez no Brasil por Silva (2002) em amostras de água e solo coletadas em Manaus, estado do Amazonas.

### ***Phlyctochytrium* Schroeter 1892.**

Talo sapróbio, eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, variáveis em forma; parede lisa ou com ornamentações em forma de espinhos bifurcados, coloração hialina; papilas ou tubos de liberação ausentes; apófise presente. Sistema rizoidal ramificado, extensivo, com um eixo principal saindo da base de uma apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo através de um a vários poros formados na parede do zoosporângio. Esporos de resistência esféricos a subesféricos; parede lisa, espessada, coloração hialina ou âmbar; apófise presente ou ausente; assexuadamente formados; produzindo um zoosporângio ou um prosperângio após a germinação (Sparrow 1960, Karling 1977, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 31 espécies conhecidas, das quais uma foi representada no presente estudo.

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

Figura 13

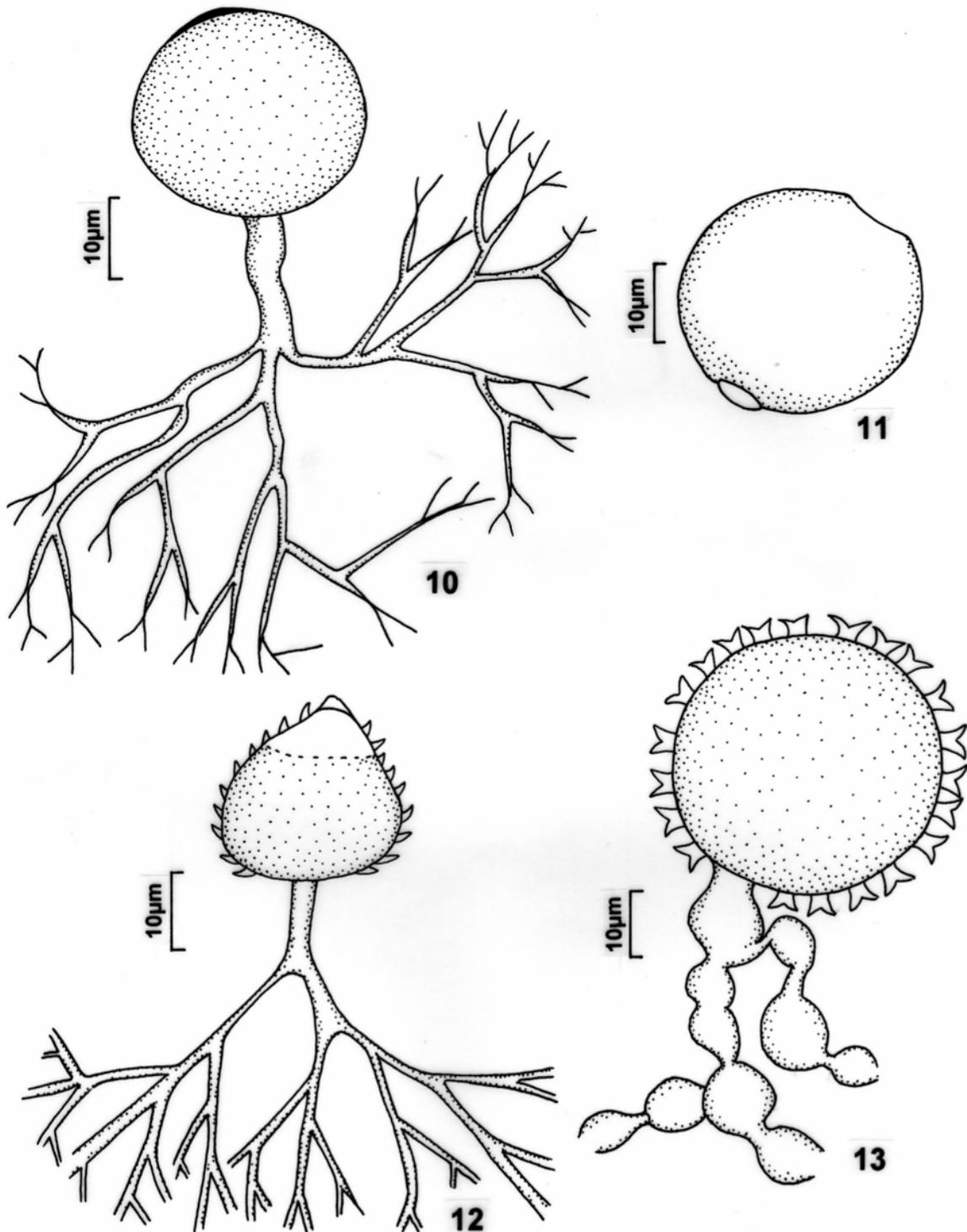
Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângio inoperculado, esférico, 42,5 µm diâm.; apófise composta presente; parede com numerosas ornamentações em forma de espinhos bifurcados, distribuídos de forma desorganizada, coloração hialina. Sistema rizoidal ramificado, extensivo. Zoósporos com uma gotícula lipídica; liberação não observada. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostra de solo (19-V-2006), em ecdise de cobra, C.A. Nascimento.

Distribuição no Brasil: **São Paulo:** Limeira, São Bernardo do Campo, Pedrinhas, Riacho Grande (C.L.A., Pires-Zottarelli, dados não publicados).

*Phlyctochytrium aureliae* caracteriza-se pela formação de zoosporângios inoperculados, com apófise composta, apresentando ornamentações em forma de espinhos bifurcados, distribuídos de forma desorganizada em toda a superfície do zoosporângio. O único zoosporângio observado apresentou-se maior que os mencionados por Ajello (1945), que cita zoosporângios esféricos de 12–35 µm diâm.

Neste estudo, *P. aureliae* apresentou crescimento restrito a substrato queratinoso (ecdise de cobra), porém, informações em literatura, descartam este caráter exclusivamente queratinofílico. Ajello (1945) descreve originalmente esta espécie como saprófita sobre material vegetal em decomposição e, provavelmente, sobre exúvia de inseto. Sparrow & Lange (1976) citam sua ocorrência em grão de pólen e ecdise de cobra.



**Figura 10-11.** *Chytriomycetes hyalinus* Karling. 10. Zoosporângio não apofisado com rizóides ramificados. 11. Zoosporângio vazio sem rizóides. **Figura 12.** *C. spinosus* Fay. Zoosporângio ornamentado. **Figura 13.** *Phlyctochytrium aureliae* Ajello. Zoosporângio ornamentado com apófise composta.

*Phlyctochytrium aureliae* difere de *P. mucronatum*, principalmente, pela ausência de um espinho apical no zoosporângio.

A primeira citação no Brasil é de A.I. Milanez (dados não publicados), que a isolou de amostras de solo, coletadas no estado São Paulo.

***Rhizophydium* Shenk 1858.**

Talo sapróbio, eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, esféricos a subesféricos, às vezes angulares na maturidade; ocasionalmente com pedúnculo extramatrical; parede lisa, coloração hialina; sem apófise; com ou sem papilas, variáveis em número e tamanho. Sistema rizoidal ramificado, um eixo principal saindo da base do zoosporângio. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo através de um a vários poros formados nas papilas ou na parede do zoosporângio, ocorrendo a deliquescência de toda, ou apenas parte desta parede. Esporos de resistência com parede lisa, espessada, coloração marrom; conteúdo com uma ou mais gotículas lipídicas; sem apófise; assexuadamente ou sexuadamente formados; funcionando como prosperângio após a germinação (Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 100 espécies conhecidas, das quais três foram representadas no presente estudo.

**Chave para as espécies de *Rhizophydium***

- 1. Sistema rizoidal com pedúnculo extramatrical ..... *R. stipitatum*
- 1. Sistema rizoidal sem pedúnculo extramatrical ..... 2
  - 2. Zoosporângios angulares na maturidade ..... *R. elyensis*
  - 2. Zoosporângios não angulares na maturidade ..... *R. macroporosum*

*Rhizophydium elyensis* Sparrow, Trans. Brit. Mycol. Soc. 40:523-535. 1957.

Figuras 14-15

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, esféricos, 15–50 µm diâm., angulares na maturidade; parede lisa, não espessada, coloração hialina; 2-8 papilas. Sistema rizoidal ramificado, com rizóides delicados saindo de um único eixo principal na base do zoosporângio; sem pedúnculo extramatrical. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo simultaneamente através dos poros formados nas papilas. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de solo (11-VIII-2005, 19-X-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 19-V-2006, 05-VI-2006) em ecdise de cobra, *C.A. Nascimento* SP 381615.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Silva 2002); **Piauí:** Parque Nacional de Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002) **São Paulo:** Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli & Milanez 1993), Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), Santo André (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b) e São Paulo (Pires-Zottarelli *et al.* 1996a, Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

*Rhizophydium elyensis* caracteriza-se principalmente pelo aspecto angular do zoosporângio na maturidade, que resulta da formação de várias papilas e, presença de rizóides delicados e ramificados, saindo de um eixo principal. Os zoosporângios dos espécimes estudados apresentaram-se maiores que os descritos originalmente por Sparrow (1957), que cita de 23–25 µm diâm., Pires-Zottarelli & Milanez (1993), de (8–)13–31(–46) µm diâm. e, Pires-Zottarelli (1999), de (18–) 22 (–50) µm diâm.

Os isolados apresentaram crescimento sapróbio apenas em ecdise de cobra, concordando com Sparrow (1957), porém, Pires-Zottarelli (1990) também cita seu crescimento em palha de milho e grãos de pólen, o que descarta o comportamento exclusivamente queratinofílico desta espécie.

*Rhizophydium elyensis* foi citado pela primeira vez no Brasil por Pires-Zottarelli & Milanez (1993), que a isolaram de amostras de água e solo, iscadas com palha de milho, grãos de pólen e ecdise de cobra, coletadas em Brotas-Itirapina, SP.

*Rhizophydium macroporosum* Karling, Sydowia 20(1-6): 74-85. 1967.

Figuras 16-17

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios predominantemente esféricos, 14–47,5 µm diâm.; 1-6 papilas cônicas, bastante protuberantes, com 3–6 µm de altura; base larga, 8–22,5 µm de larg.; com uma zona clara de matriz gelatinosa logo abaixo das papilas; parede lisa, espessada, coloração variando de hialina a marrom; com uma faixa na base da papila, com a extremidade ocasionalmente apresentando um aspecto desgastado ou denteado. Sistema rizoidal ramificado, extensivo, um eixo principal saindo da base do zoosporângio; eixo principal 2,5–9 µm de espessura; constrições às vezes presentes; pedúnculo extramatrical ausente. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo simultaneamente através dos poros formados nas papilas e, envolvidos por uma matriz gelatinosa hialina, onde permanecem agrupados antes de sua dispersão. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de solo (11-VIII-2005, 07-XII-2005, 22-II-2005), em ecdise de cobra, *C.A. Nascimento* SP 381616.

*Rhizophydium macroporosum* caracteriza-se pela presença de zoosporângios com papilas variáveis em número, bastante protuberantes, largas e de forma cônica. Os zoosporângios do espécime estudado apresentaram-se menores que os descritos originalmente por Karling (1967), o qual cita de 30-140 µm.

Neste estudo, os espécimes apresentaram crescimento restrito a substrato queratinoso, ecdise de cobra, porém Karling (1967) também cita sua ocorrência em substrato celulósico.

As características das papilas, observadas nos espécimes examinados, concordam com Karling (1967), o qual destaca que o aspecto observado nesta região é bastante marcante nesta espécie. Segundo o autor, há uma grande zona clara logo abaixo das papilas, onde se concentra a matriz gelatinosa hialina e depois do desenvolvimento da papila, que se torna bastante protuberante, sua extremidade deliquêscer surgindo uma massa cônica. À medida que isso ocorre, a extremidade da parede externa pode ocasionalmente dobrar-se, formando uma faixa parecida com um “colar” na base da papila e a extremidade dessa parede também pode apresentar um aspecto desgastado ou denteado. No entanto, ao contrário da descrição do autor, o eixo principal dos isolados encontrados neste estudo, não apresentaram o aspecto inflado semelhante a uma apófise.

A espécie foi primeiramente descrita por Karling (1967), isolada de amostras de solo, iscadas com substrato queratinoso (ecdise de cobra) e celulósico (palha de milho), coletadas na Nova Zelândia. Trata-se da primeira citação para o Brasil.

***Rhizophydium stipitatum*** Sparrow, Trans. Brit. Mycol. Soc. 40(4): 528. 1957.

Figura 18

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios esféricos, 10–60 µm diâm., ocasionalmente angulares na maturidade; parede lisa, não espessada, coloração hialina; com 1-6 papilas. Sistema rizoidal extensivo, com um pedúnculo extramatrical saindo da base do zoosporângio. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo simultaneamente através dos poros formados nas papilas. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 07-XII-2005) e, de solo (21-IX-2005, 08-VI-2005 19-X-2005 e 26-I-2006), em ecdise de cobra, *C.A. Nascimento*.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Silva 2002). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **São Paulo:** Assis (Milanez 1984b), Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli 1990) e Santo André (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b).

*Rhizophydium stipitatum* caracteriza-se principalmente pela freqüente formação de zoosporângios com um longo pedúnculo extramatricial. Os zoosporângios dos espécimes examinados apresentaram-se menores que os citados por Sparrow (1957), que em descrição original, cita zoosporângios com medidas de 55–107 µm diâm., Milanez (1984a), que menciona de 13–45 µm diâm. e, medidas maiores que Pires-Zottarelli (1990), que descreve zoosporângios de (17–)21–30 µm diâm., e Rocha (2002), de (15–)22(–35) µm diâm.

Neste estudo, a espécie apresentou comportamento saprofítico apenas em ecdise de cobra, concordando com Sparrow (1957). No entanto, Milanez (1984a) cita o crescimento desta espécie apenas em grãos de pólen, o qual enfatizou que a influência do substrato no tamanho dos zoosporângios dos seus isolados, que se apresentaram menores que a descrição original, ocorreu devido o crescimento dos espécimes neste tipo de substrato e não em ecdise de cobra. Este autor cita a primeira ocorrência de *R. stipitatum* para o Brasil, de amostras de solo, iscadas com grãos de pólen, coletadas em Assis, estado de São Paulo.

***Septosperma*** Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell 1991.

Talo parasítico, eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, esféricos, ovóides ou elipsóides; parede lisa, coloração hialina; sem papilas ou tubos de liberação. Sistema rizoidal ausente, zoosporângios e esporos de resistência presos ao hospedeiro por

haustórios bulbosos, discóides ou ramificados. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo através de um poro formado na parede do zoosporângio. Esporos de resistência de elipsóides a clavados, às vezes alongados, divididos em uma parte apical e uma parte basal; conteúdo com uma ou mais gotículas lipídicas; parede lisa ou com tubérculos na parte apical e basal que são observados somente com microscopia eletrônica, coloração hialina; sem apófise; funcionando como um prosperângio após a germinação. (Whiffen 1942, Blackwell & Powell 1991, adaptado).

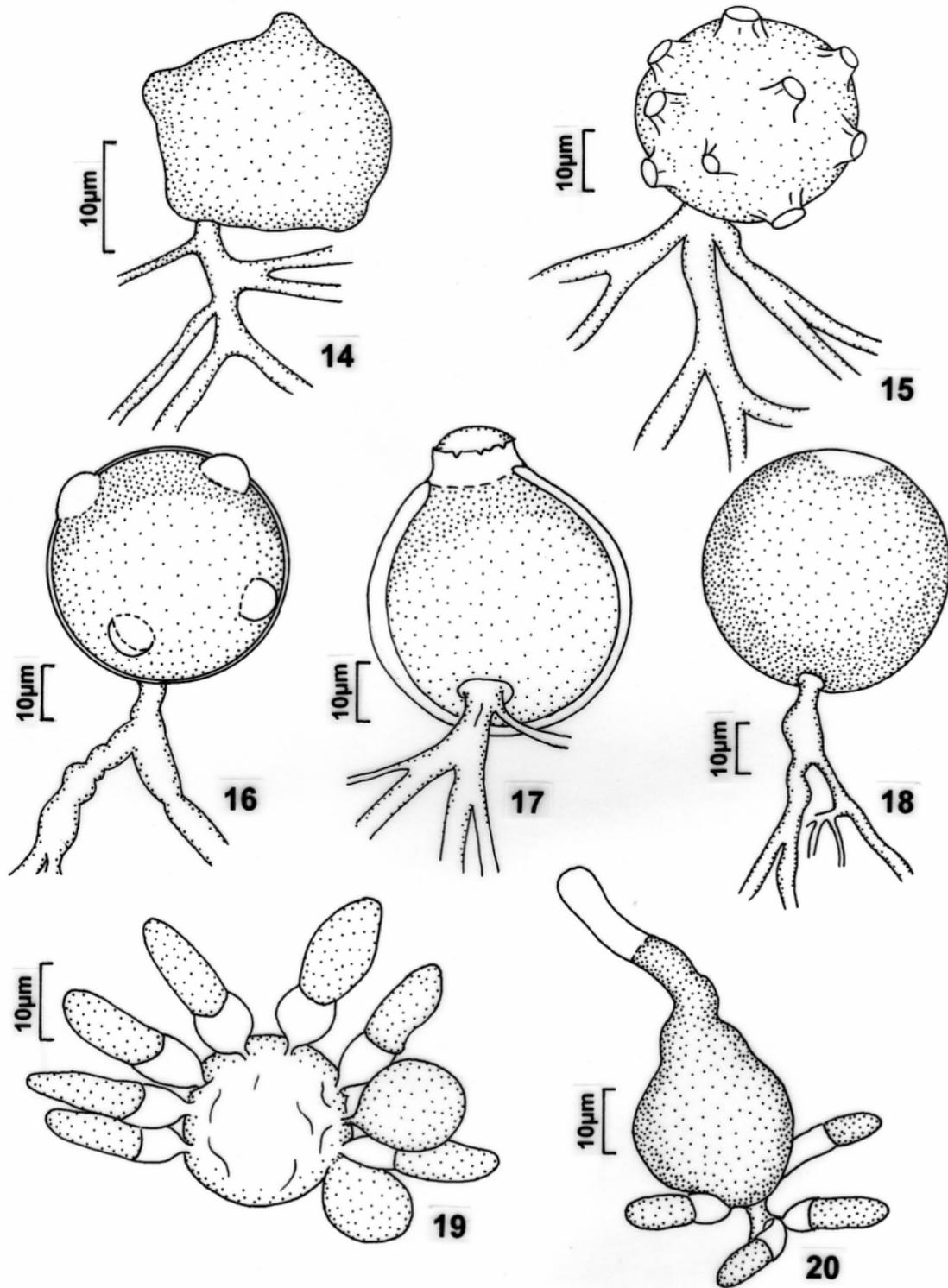
Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 5 espécies conhecidas, das quais uma foi representada no presente estudo.

***Septosperma rhizophydii*** Whiffen ex W.H. Blackw. & M.J. Powell, Mycotaxon 42:45. 1991.

Figuras 19-20

Talo parasítico, eucárpico, monocêntrico. Zoosporângios inoperculados, piriformes, 8–15 × 6–12,5 µm; parede lisa, coloração hialina; sem tubo de liberação ou papila. Sistema rizoidal ausente; com haustórios; com ou sem pedúnculo. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo através de um poro inconspícuo formado na parede do zoosporângio. Esporos de resistência cilíndricos, 10–22,5 × 3–5 µm, com ou sem pedúnculo; porção fértil na região apical; conteúdo com numerosas gotículas lipídicas; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de solo (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005 e 19-V-2006), parasita em *Entophlyctis luteolus* Longcore e *Rhizophyidium* sp., C.A. Nascimento SP 381617.



**Figura 14-15.** *Rhizophyidium elyensis* Sparrow. 14. Zoosporângio. 15. Zoosporângio vazio com vários poros. **Figura 16-17.** *Rhizophyidium macroporosum* Karling. 16. Zoosporângio com várias papilas. 17. Zoosporângio evidenciando aspecto “denteado” da papila. **Figura 18.** *Rhizophyidium stipitatum* Sparrow. Zoosporângio. **Figura 19-20.** *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell. 19.

Zoosporângios e esporos de resistência em *Rhizophydium* sp. 20. Esporos de resistência em *Entophlyctis luteolus* Longcore.

*Septosperma rhizophydii* caracteriza-se pelo comportamento parasítico com abundante produção de zoosporângios inoperculados, predominantemente piriformes e, esporos de resistência cilíndricos, com uma conspícua região fértil localizada na parte apical do esporo, preenchida com várias gotículas lipídicas. Os espécimes examinados apresentaram esporos de resistência com medidas aproximadas das descritas por Whiffen (1942), a qual cita de  $16,4\text{--}25,1 \times 4,1\text{--}6,1 \mu\text{m}$  e, Milanez *et al.* (1974), que mencionam de  $11\text{--}30 \times 4\text{--}9 \mu\text{m}$ .

Distribuição no Brasil: **São Paulo:** São Paulo (Milanez 1974, Milanez *et al.* 1994a).

Neste estudo, *S. rhizophydii* foi observado parasitando zoosporângios de *Rhizophydium* sp. e *Entophlyctis luteolus*, no entanto, outros hospedeiros são citados em literatura, como *Rhizophydium macrosporum* Karling, *Rhizophydium* spp., *Rhizidium richmondense* Willoughby, *Rhizophlyctis* sp. e *Rhizidiomyces apophysatus* Zopf (Whiffen 1942, Willoughby 1965, Seymour 1971). No Brasil, Milanez (1974) encontrou esta espécie parasitando zoosporângios de *Rhizophydium* sp. isolado de amostras de solo, iscadas com grãos de pólen, coletadas no município de São Paulo, estado de São Paulo.

Vários problemas nomenclaturais foram encontrados desde que Whiffen (1942) estabeleceu o gênero *Septosperma* e a espécie *S. rhizophydii*. Primeiramente, a autora falhou ao validar seu novo gênero e espécie sem as descrições e diagnoses em latim, uma recomendação do Código Internacional de Nomenclatura Botânica (ICBN) desde 1935. Posteriormente, Seymour (1971) validou o gênero e suas duas espécies conhecidas até momento, *S. rhizophydii* Whiffen e *S. anomala* Whiffen, que eram consideradas nomenclaturalmente inválidas porque haviam sido descritas antes da validação de *Septosperma*, providenciando assim, as descrições em latim para estes táxons. Outro problema observado foi a não designação do tipo para o gênero e espécie por Whiffen (1942). Sendo assim, Seymour (1971) designou *S. anomala* como tipo para o gênero e,

apesar de se referir às ilustrações 28-31 e 33-52 de Whiffen (1942), o autor não designou claramente o tipo para a espécie, deixando margem para interpretações. Baseados nisto, Blackwell & Powell (1991) citam estas ilustrações como holótipo e as figuras 33-50 de Whiffen (1942) como tipo. As citações corretas para os táxons passaram então a ser *Septosperma* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell e, *S. rhizophydii* ex W.H. Blackwell & M.J. Powell.

Outra discussão interessante para *S. rhizophydii* são as novas observações das características dos esporos de resistência. Desde os estudos de microscopia eletrônica, realizados por Zattau (1981), descobriu-se que estas estruturas apresentavam tubérculos distribuídos em sua parede. Mais recentemente, Blackwell & Powell (1991) providenciaram um *emend* baseado em suas observações e, informações de Seymour (1971), Karling (1977) e Zattau (1981). À partir de estudos com microscopia eletrônica, eles observaram a presença de tubérculos, tanto na parte apical quanto basal, de esporos de resistência maduros. Porém, tais características não puderam ser observadas neste estudo, uma vez que, não foram utilizadas técnicas de microscopia eletrônica para os isolados obtidos.

***Solutoparies*** Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell 1998.

Talo parasítico, monocêntrico, eucárpico. Zoosporângios inoperculados, ovóides a esféricos; parede com ornamentações em forma de espinhos não bifurcados e cônicos, coloração hialina. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, um eixo principal inflado como uma apófise saindo da base do zoosporângio. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo após a deliquescência de toda a parede zoosporangial, exceto na base e, permanecendo agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência não observados (Whiffen 1942, Blackwell & Powell 1998, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui apenas 1 espécie, que foi representada neste estudo.

*Solutoparies pythii* Whiffen ex Blackwell. & Powell, *Mycotaxon* 67: 465. 1998

Figura 13 (anexo 1)

Talo parasítico em *Pythium* sp., eucárpico, monocêntrico. Zoosporângios inoperculados, esféricos, 17,5–50 µm diâm., ovais, 20–57,5 × 17,5–50 µm; parede com ornamentações em forma de espinhos não bifurcados, cônicos e curtos, coloração hialina. Rizóides ramificados, saindo de um eixo principal na base do zoosporângio e, aderidos à hifa do hospedeiro; eixo principal tornando-se inflado como uma apófise na maturidade. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo após a dissolução da parede do zoosporângio, exceto na parte basal e, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (26-I-2006), C. A. Nascimento.

*Solutoparies pythii* caracteriza-se pelo comportamento parasítico sobre *Pythium* sp., somente com os rizóides aderidos à hifa do hospedeiro; formação de zoosporângios inoperculados, ornamentados com espinhos cônicos e curtos, apresentando, durante a liberação dos zoósporos, dissolução de toda a parede, exceto na porção basal. Os zoosporângios ovais dos espécimes examinados apresentaram medidas um pouco menores que os citados por Whiffen (1942), que cita de 16,4–80,3 × 14,3–68,4 µm, concordando com as demais características citadas pela autora.

O gênero e a espécie foram originalmente descritos por Whiffen (1942), mas não foram validamente publicados devido à ausência da diagnose em latim e citação do tipo. Sendo assim, Blackwell & Powell (1998), validaram nomenclaturalmente e tipificaram o gênero e a espécie.

*Solutoparies pythii* foi primeiramente isolada parasitando *Pythium* sp., em amostras coletadas nos E.U.A. Trata-se da primeira citação para o Brasil.

## Cladochytriaceae

### Chave para os gêneros

- 1. Zoosporângios operculados ..... 2
- 1. Zoosporângios inoperculados ..... *Cladochytrium*
  - 2. Zoósporos com uma ou mais gotículas lipídicas; com septos no rizomicélio para delimitar as estruturas reprodutivas e também, em algumas espécies, em intervalos regulares ..... *Septochytrium*
  - 2. Zoósporos com uma gotícula lipídica; com septos no rizomicélio apenas para delimitar as estruturas reprodutivas ..... *Nowakowskiella*

### *Cladochytrium* Nowakowski 1943

Talo eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio extensivo, muito ramificado; com dilatações irregulares e com células turbinadas septadas. Zoosporângios inoperculados, variáveis em forma; intercalares ou terminais; parede lisa ou com ornamentações, coloração hialina; tubo de liberação ou papila, únicos, variáveis em tamanho; com ou sem proliferação interna; com ou sem apófise. Zoósporos com uma única gotícula lipídica; quando liberados, saindo através de um poro formado no ápice do tubo de liberação ou de uma papila e, permanecendo agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência variáveis em forma, predominantemente esféricos; parede lisa ou com ornamentações; com ou sem apófise; assexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após a germinação (Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 10 espécies, sendo três representadas neste estudo.

### Chave para as espécies de *Cladochytrium*

- 1. Zoosporângios ornamentados ..... *C. setigerum*
- 1. Zoosporângios lisos ..... 2
  - 2. Esporos de resistência com um glóbulo lipídico dourado ..... *C. replicatum*
  - 2. Esporos de resistência com um glóbulo lipídico hialino ..... *C. tenue*

***Cladochytrium replicatum* Karling**, Amer. J. Bot. 18(7):526-557. 1931.

#### Figura 21

Talo eucárpico, policêntrico, intramatrix. Rizomicélio extensivo, delicado e bastante ramificado; com células turbinadas, septadas, formadas em intervalos regulares. Zoosporângios inoperculados, esféricos, 7,5–15 µm diâm, ovais ou piriformes, ocasionalmente fusiformes; geralmente terminais; parede lisa; tubo de liberação ou papila, únicos, variáveis em tamanho; com apófise. Zoósporos com uma conspícua gotícula lipídica dourada; quando liberados, saindo através de um poro formado no ápice do tubo de liberação ou de uma papila e, permanecendo agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência esféricos, 10–17,5 µm diâm., intercalares; parede lisa, espessada, coloração hialina; conteúdo com um conspicuo glóbulo lipídico dourado; sem apófise; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 17-XI-2005, 07-XII-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 19-V-2006 e 05-VI-2006) e de solo (08-VI-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 17-XI-2005, 07-XII-2005 e 22-II-2006), em epiderme de cebola e palha de milho, C.A. Nascimento SP 381618.

Distribuição no Brasil: **Acre:** (Karling, 1945a). **Amazonas:** Manaus (Karling 1945a, Silva 2002). **Ceará:** (Karling 1945a). **Mato Grosso:** (Karling 1945a). Minas Gerais: Ingaí (Oliveira 2004). **Pernambuco:** Recife (Cavalcanti 2000). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **Rondônia:** São Carlos (Karling 1944e). **São Paulo:** Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli 1990), Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), Itapeçerica da Serra (Schoenleis-Crusius *et al.* 1990), Riacho Grande (Rogers *et al.* 1970), Santo André (Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b); e São Paulo (Pires-Zottarelli *et al.* 1996a, Rocha 2004, Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

*Cladochytrium replicatum* caracteriza-se pela presença de um rizomicélio delicado, muito ramificado, com células turbinadas, septadas, zoosporângios inoperculados onde são formados zoósporos com uma típica gotícula lipídica dourada e, esporos de resistência com um glóbulo lipídico de coloração dourada. Os zoosporângios dos espécimes estudados se apresentaram menores que os descritos originalmente por Karling (1931), o qual cita de 8–18  $\mu\text{m}$  diâm., que Pires-Zottarelli (1990), a qual cita de 9–17  $\mu\text{m}$  diâm., Pires-Zottarelli (1999), que cita de 14–22  $\mu\text{m}$  diâm. e, Rocha (2002), que cita de 10–25  $\mu\text{m}$  diâm.

Neste estudo, os espécimes isolados apresentaram crescimento apenas em substratos celulósicos, epiderme de cebola e palha de milho. Karling (1931) observou *C. replicatum* ocorrendo como parasita de várias plantas aquáticas. Pires-Zottarelli (1990) menciona seu crescimento saprofítico em palha de milho e, Pires-Zottarelli (1999), além de palha de milho, cita o crescimento desta espécie em celofane.

A espécie foi isolada pela primeira vez no Brasil por Karling (1945a) de amostras de água coletadas nos estados do Acre, Mato Grosso, Amazonas e Ceará.

*Cladochytrium tenue* Nowakowski, Cohn. Beitr. Biol. Pflanzen, 2:92. 1876

Figura 22

Talo eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio extensivo, delicado e muito ramificado; células turbinadas esféricas, 10–20 µm diâm., ovais, 7,5–15 × 5–13 µm, às vezes alongadas ou fusiformes, intercalares. Zoosporângios não observados. Esporos de resistência esféricos, 7,5–17,5 µm diâm., intercalares; geralmente com apófise; parede lisa, espessada, coloração hialina; conteúdo com um conspícuo glóbulo lipídico hialino; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 06-VII-2005, 21-IX-2005) e de solo (08-VI-2005, 11-II-2005, 17-XI-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006), em epiderme de cebola, C. A. Nascimento.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Silva 2002, Karling 1945a). **Mato Grosso:** (Karling 1946a). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **Rondônia:** Porto Velho e São Carlos (Karling 1945a). **São Paulo:** São Paulo (C.L.A. Pires-Zottarelli, dados não publicados).

*Cladochytrium tenue* caracteriza-se pela presença de células turbinadas intercalares e, esporos de resistência com um glóbulo lipídico de coloração hialina, formadas em um rizomicélio extensivo, delicado e, ramificado. Os espécimes examinados apresentaram células turbinadas ovais maiores que as descritas por Karling (1945a), que cita de 9–12 × 6–8 µm. Quanto aos esporos de resistência esféricos, neste estudo foram observadas medidas um pouco maiores que as descritas por Karling (1945a), que cita de 8-16 µm diâm.

A primeira citação da espécie no Brasil é de Karling (1945a), que a isolou de amostras de água e solo, iscadas com substratos celulósicos, epiderme de cebola e palha de milho, coletadas no estado do Mato Grosso e no município de Manaus, estado do Amazonas.

*Cladochytrium setigerum* Karling, Bulletin of Torrey Botanical Club. 78(1):38-43, 1951.

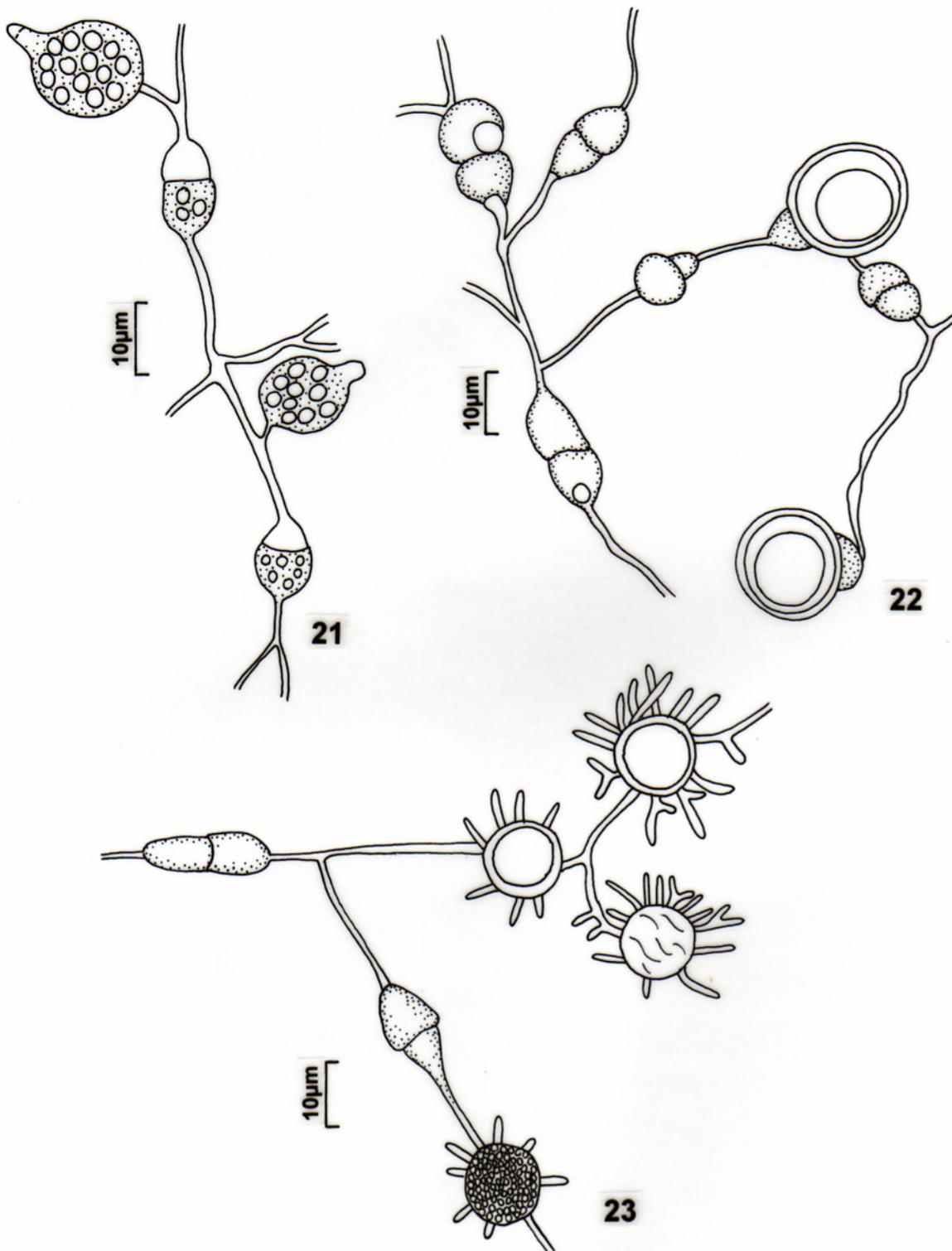
Figura 23

Talo eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio extensivo, delicado e muito ramificado; células turbinadas intercalares, geralmente alongadas ou de formas irregulares. Zoosporângios inoperculados, geralmente esféricos, 7–12,5 µm diâm.; terminais ou intercalares; sem proliferação interna; parede com ornamentações em forma de setas simples ou ramificadas; tubo de liberação ou papila não observados; sem apófise. Zoósporos esféricos, com uma gotícula lipídica hialina; liberação não observada. Esporos de resistência variáveis em forma, predominantemente esféricos, 8–18µm diâm., ovais, piriformes, alongados e irregulares; parede com ornamentações em forma de setas simples ou ramificadas, espessada, coloração hialina; conteúdo com um grande glóbulo lipídico hialino; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (07-XII-2005, 31-III-2006) e de solo (11-VIII-2005, 21-IX-2005, 17-XI-2005, 22-II-2006), em epiderme de cebola, *C.A. Nascimento* SP 381619.

*Cladochytrium setigerum* caracteriza-se pela presença de um rizomicélio extensivo, delicado e muito ramificado, no qual são formados zoosporângios inoperculados e ornamentados com setas simples ou ramificadas. Os zoosporângios esféricos dos espécimes examinados apresentaram-se menores que os descritos por Karling (1951b), que cita de 13,2–28,5 µm diâm., concordando com as demais características mencionadas pelo autor.

A espécie foi originalmente descrita por Karling (1951b), isolada de amostras de solo, iscadas com substrato celulósico, coletadas em Maryland, E.U.A. Trata-se da primeira citação da espécie para o Brasil.



**Figura 21.** *Cladochytrium replicatum* Karling. Talo policêntrico com zoosporângios e células turbinadas. **Figura 22.** *Cladochytrium tenue* Karling. Talo policêntrico com esporos de resistência apofisados e células turbinadas. **Figura 23.** *Cladochytrium setigerum* Karling. Talo policêntrico com zoosporângio, esporos de resistência ornamentados e células turbinadas.

*Nowakowskiella* Schoeter 1893.

Talo eucárpico, policêntrico, extra e/ou intramatricial. Rizomicélio extensivo, ramificado; ocasionalmente com dilatações intercalares; sem células turbinadas. Zoosporângios operculados, variáveis em forma; com ou sem proliferação interna; parede lisa, coloração hialina; tubo de liberação ou papila, únicos, variáveis em tamanho ; geralmente com apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica, quando liberados, saindo através da abertura do opérculo, formado no ápice do tubo de liberação ou de uma papila, permanecendo agrupados por um breve período ou sendo imediatamente dispersados. Esporos de resistência variáveis em forma; parede lisa, espessada, coloração hialina, amarelada ou marrom; com ou sem apófise; assexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após a germinação (Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui por 15 espécies, sendo duas representadas neste estudo.

#### Chave para as espécies de *Nowakowskiella*

1. Esporos de resistência ausentes ..... *N. elegans*  
 1. Esporos de resistência presentes ..... *N. multispora*

*Nowakowskiella elegans* (Nowak.) Schroeter, Engler and Prantl, *Naturlichen Pflanzenfam.* 1(1):82. 1892/1893.

Basiônimo: *Cladochytrium elegans* Nowak., pro parte, in Cohn, *Beitr. Biol. Pflanzen* 2: 95. 1876.

#### Figura 24

Talo eucárpico, policêntrico, extra-intramatricial. Rizomicélio extensivo e ramificado; com dilatações intercalares e não septadas. Zoosporângios operculados, esféricos, 12,5–25 µm diâm. e, piriformes, 15–35 × 12,5–30 µm; com ou sem apófise; com tubo de liberação ou papila, únicos, geralmente curtos; sem proliferação interna; parede lisa, coloração hialina. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no ápice

do tubo de liberação ou de uma papila e permanecendo agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 17-XI-2005 e 22-II-2006) e de solo (08-VI-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 31-III-2006 e 05-VI-2006), em epiderme de cebola e palha de milho, *C.A. Nascimento* SP 381620.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Silva 2002); **Paraíba:** Areia (Joffily 1947).; **Pernambuco:** Recife (Cavalcanti 2000); **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); **Rondônia:** São Carlos (Karling, 1944a); **São Paulo:** Assis, Presidente Epitácio, Santo Anastácio (Milanez 1984b), Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli 1990), Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), Itapecerica da Serra (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990), Riacho Grande (Lyra & Milanez 1974), Santo André (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b, c) e São Paulo (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Pires-Zottarelli *et al.* 1996a, Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

*Nowakowskiella elegans* caracteriza-se pela presença de zoosporângios operculados, apofisados ou não, produzidos em um rizomicélio extensivo e ramificado, com dilatações intercalares. Os espécimes examinados apresentaram zoosporângios esféricos menores que os descritos por Milanez (1967), que menciona de 15–45 µm diâm., Pires-Zottarelli (1999), de 18–31 µm diâm., e Rocha (2002), de 15–40 µm diâm., concordando com as demais características citadas pelos autores.

Quanto ao substrato, os espécimes encontrados neste estudo apresentaram crescimento restrito em substratos celulósicos, epiderme de cebola e palha de milho. Pires-Zottarelli (1999), além de palha de milho, menciona ainda seu crescimento em celofane, não discordando do comportamento celulolítico desta espécie.

A primeira citação no Brasil é de Karling (1944), que isolou a espécie de amostras de solo coletadas no Mato Grosso do Sul e, de amostras de água e solo coletadas em Manaus, estado do Amazonas.

*Nowakowskiella multispora* Karling, Sydowia 17(1-6): 314-315. 1964.

Figura 25

Talo eucárpico, policêntrico, extra-intramatrical. Rizomicélio extensivo, ramificado; com várias dilatações intercalares, geralmente ovóides, fusiformes ou alongadas. Zoosporângios operculados, esféricos, 10–22,5 µm diâm., ovais 15–25 × 10–12,5 µm, geralmente terminais, ocasionalmente intercalares; parede lisa, coloração hialina; tubo de liberação ou papila, únicos, variáveis em tamanho; sem apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no ápice do tubo de liberação, sendo imediatamente dispersados. Esporos de resistência ovais, 15–20 × 7,5–15 µm, às vezes alongados, intercalares; conteúdo com várias gotículas lipídicas; parede lisa, espessada, coloração hialina; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (19-X-2005, 17-XI-2005, 19-V-2006 e 05-VI-2006) e de solo (19-X-2005 e 27-IV-2006), em epiderme de cebola e celofane, *C.A. Nascimento* SP 381621.

Distribuição no Brasil: **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004). **São Paulo:** Cubatão (Pires-Zottarelli 1999) e São Paulo (Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

*Nowakowskiella multispora* caracteriza-se pela presença de um rizomicélio extensivo e ramificado, com várias dilatações intercalares, no qual são formados zoosporângios operculados e, um grande número de esporos de resistência intercalares. Os esporos de resistência ovais dos

espécimes examinados se apresentaram pouco menores que os descritos por Rocha e Pires-Zottarelli (2002), que citam de  $15\text{--}20 \times 12\text{--}17 \mu\text{m}$ .

Os isolados apresentaram crescimento apenas em substratos celulósicos, epiderme de cebola e celefone, concordando com Karling (1964) e Pires-Zottarelli (1999). Rocha & Pires-Zottarelli (2002), mencionam ainda o seu crescimento em palha de milho.

A espécie foi isolada pela primeira vez no Brasil por Pires-Zottarelli (1999) de amostras de água, iscadas com epiderme de cebola e celofane, coletadas em Cubatão, estado de São Paulo.

### ***Septochytrium*** Berdan 1939.

Talo eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio extensivo, ramificado, septado ou com septos formados apenas para delimitação das estruturas reprodutivas; com dilatações intercalares. Zoosporângios operculados, variáveis em forma; parede lisa, algumas vezes tornando-se rugosa ou estriada na maturidade; coloração hialina, às vezes marrom; terminais e intercalares; geralmente com um tubo de liberação, ocasionalmente vários, variável em tamanho; raramente com apófise. Zoósporos com uma a várias gotículas lipídicas; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no ápice do tubo de liberação ou de uma papila e, permanecendo agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência variáveis em forma; parede lisa, às vezes com protuberâncias, espessada, com colorações amarela, marrom ou âmbar; com apófise; terminais ou intercalares; assexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após a germinação (Sparrow 1960, Dogma 1973, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui quatro espécies, sendo uma representada neste estudo.

*Septochytrium willoughbyi* Dogma, Nova Hedwigia 24: 367-377, 1973.

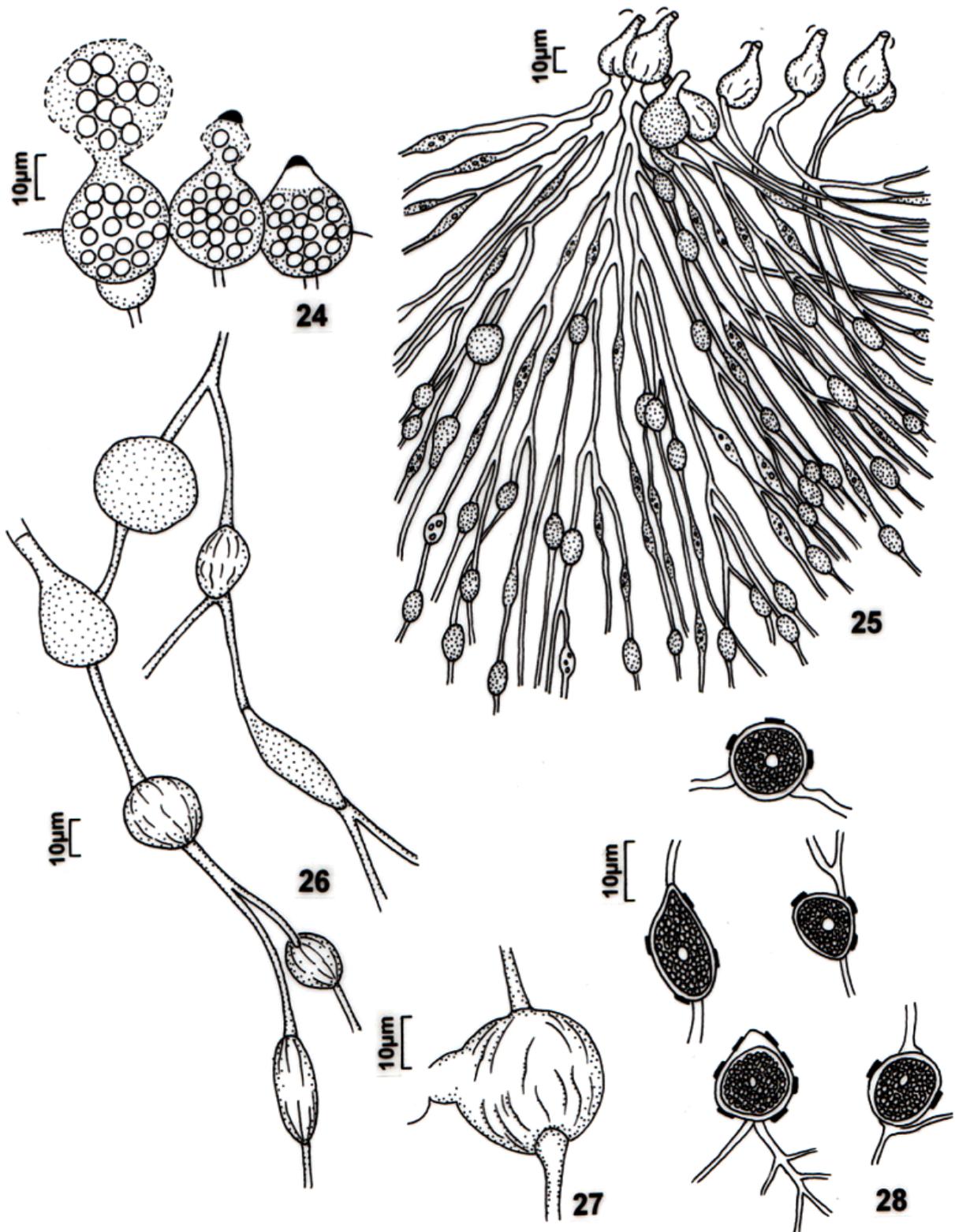
Figuras 26-28

Talo eucárpico, policêntrico, intramatricial. Rizomicélio extensivo, muito ramificado; dilatações alongadas ou fusiformes presentes; septos formados apenas para delimitação das estruturas reprodutivas. Zoosporângios operculados, esféricos, 17,5–37 µm diâm., ovais, 20–37,5 × 17,5–27,5 µm; parede lisa em zoosporângios jovens, tornando-se rugosa na maturidade; tubo de liberação único, muito variável em tamanho, ocasionalmente ramificado ou com uma papila proeminente. Zoósporos com várias gotículas lipídicas hialinas; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no ápice do tubo de liberação ou de uma papila e, permanecendo agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência esféricos, 27,5–32,5 µm diâm., às vezes ovais; parede com pequenas protuberâncias, espessada, coloração marrom; conteúdo com vários glóbulos lipídicos e um vacúolo central; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (06-VII-2005, 21-IX-2005, 17-XI-2005, 26-I-2006 e 22-II-2006) e de solo (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 07-XII-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 27-IV-2006 e 19-V-2006), em epiderme de cebola e palha de milho, *C.A. Nascimento* SP 381622.

Distribuição no Brasil: **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **Rondônia:** (Dogma, 1973).

*Septochytrium willoughbyi* caracteriza-se pela presença de um rizomicélio extensivo e ramificado, no qual são formados zoosporângios operculados apresentando um típico aspecto rugoso na maturidade, que se torna bem mais evidente após a liberação dos zoósporos e esporos



**Figura 24.** *Nowakowskiella elegans* (Nowak.) Schröeter. Liberação dos zoósporos. **Figura 25.** *Nowakowskiella multispora* Karling. Talo policêntrico com zoosporângios e esporos de resistência intercalares. **Figura 26-28.** *Septochytrium willoughbyi* Dogma. 26. Talo policêntrico. 27. Zoosporângio vazio evidenciando aspecto enrugado na parede e o opérculo. 28. Esporos de resistência com protuberâncias na parede.

de resistência com protuberâncias na parede. Neste estudo, os zoosporângios esféricos se apresentaram menores que os descritos por Dogma (1973), que menciona de 23–56 µm diâm. e, os esporos de resistência esféricos foram maiores que os observados por esse autor, que cita de 10–20 µm diâm.

Os espécimes examinados concordam parcialmente com a descrição original de Dogma (1973), uma vez que o autor cita a presença de talo monocêntrico apendiculado, policêntrico não apendiculado e, rizomicélio trabeculado a raramente septado para seus isolados, características que também foram observados nos estudos realizados por Rocha (2002), porém, não observadas neste estudo.

*Septochytrium willoughbyi* foi descrito pela primeira vez no Brasil por Dogma (1973), isolado de amostras de solo, iscadas com substratos celulósicos, epiderme de cebola e celofane, coletadas no estado de Rondônia. Trata-se da primeira citação para o estado de São Paulo.

### **Endochytriaceae**

#### **Chave para os gêneros**

1. Zoosporângios lisos, sem apófise ..... *Entophlyctis*  
 1. Zoosporângios lisos ou ornamentados, com apófise ..... *Diplophlyctis*

#### ***Diplophlyctis* Schoeter 1982.**

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, variáveis em forma; parede lisa ou com ornamentações, coloração hialina; com um a vários tubos de liberação; com apófise. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, um a vários eixos saindo da base da apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo através de um poro formado no ápice de um tubo de liberação e permanecendo agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência variáveis em formas; parede lisa ou com ornamentações em forma de tubérculos, espinhos ou papilas, espessada, com coloração hialina, amarelada ou marrom;

sexuadamente ou assexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após germinação (Sparrow 1960, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 12 espécies, sendo duas representadas neste estudo.

### **Chave para as espécies de *Diplophlyctis***

1. Zoosporângios lisos ..... *D. intestina*  
 1. Zoosporângios ornamentados ..... *D. sarcoptoides*

***Diplophlyctis intestina*** (Schenk) J. Schröt., Engler and Prantl. *Natürlich. Pflanzenf.* 1 (1): 78. 1892.

Figuras 29-30

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, esféricos a subesféricos, 17,5–75 µm diâm.; parede lisa, coloração hialina; com tubo de descarga, único, geralmente longo; com apófise, predominantemente esférica, às vezes irregular, variável em tamanho. Sistema rizoidal extensivo, muito ramificado, saindo de um eixo principal na base da apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo através de um poro formado no ápice do tubo de liberação e permanecendo agrupados por um breve período ou sendo imediatamente dispersados. Esporos de resistência esféricos, 22–30 µm diâm., parede espessada com pequenas ornamentações em forma de espinhos agudos, coloração marrom, conteúdo granular; apófise presente; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005 e 19-V-2006) e amostras de solo (19-X-2005, 19-V-2006), em epiderme de cebola, *C.A. Nascimento*.

*Diplophlyctis intestina* caracteriza-se pela formação de zoosporângios inoperculados e apofisados, com um tubo de liberação e esporos de resistência apofisados com ornamentações espinhosas de coloração marrom. Os espécimes examinados apresentaram zoosporângios menores que os descritos por Sparrow (1960), que os cita acima de 80 µm diâm.

Nenhuma evidência da formação de esporos de resistência precedida por reprodução sexuada, semelhante à observada por Sparrow (1936), foi encontrada nos isolados aqui obtidos, que apresentaram apenas reprodução assexuada. Em suas observações, o autor relata a nítida conexão entre os rizóides de diferentes talos e algumas vezes do rizóide de um talo com a apófise ou ponto de origem dos rizóides de um outro talo, processo que ele define como sendo anastomose.

A espécie foi primeiramente descrita por A. Schenk, ocorrendo saprofiticamente ou como um fraco parasita em *Nitella flexilis* (L.) Ag., isolada de amostras coletadas na Alemanha (Sparrow 1960). Trata-se da primeira citação para o Brasil.

***Diplophlyctis sarcoptoides*** (H. E. Petersen) Dogma, Nova Hedwigia 25: 122-123. 1974.

Basiônimo: *Asterophlyctis sarcoptoides* H. E. Petersen, J. Bot. 17: 218. 1963.

Figuras 31-32

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, esféricos ou subesféricos, 15–27,5 µm diâm., ovais, 17–37 × 11–32 µm, ocasionalmente irregulares; parede com ornamentações em forma de tubérculos, espinhos ou papilas; sem tubo de liberação; com apófise esférica. Sistema rizoidal extensivo, muito ramificado, com um a vários eixos saindo da base da apófise. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo através de um poro formado na parede do zoosporângio, envolvidos por uma matriz gelatinosa e, onde permanecem agrupados por um breve período antes de nadarem para longesua dispersão. Esporos de resistência esféricos ou subesféricos, 14–20 µm diâm., ovais, 17–25 × 15–20 µm, às vezes irregulares; parede com ornamentações em forma de tubérculos, espinhos ou papilas, espessada,

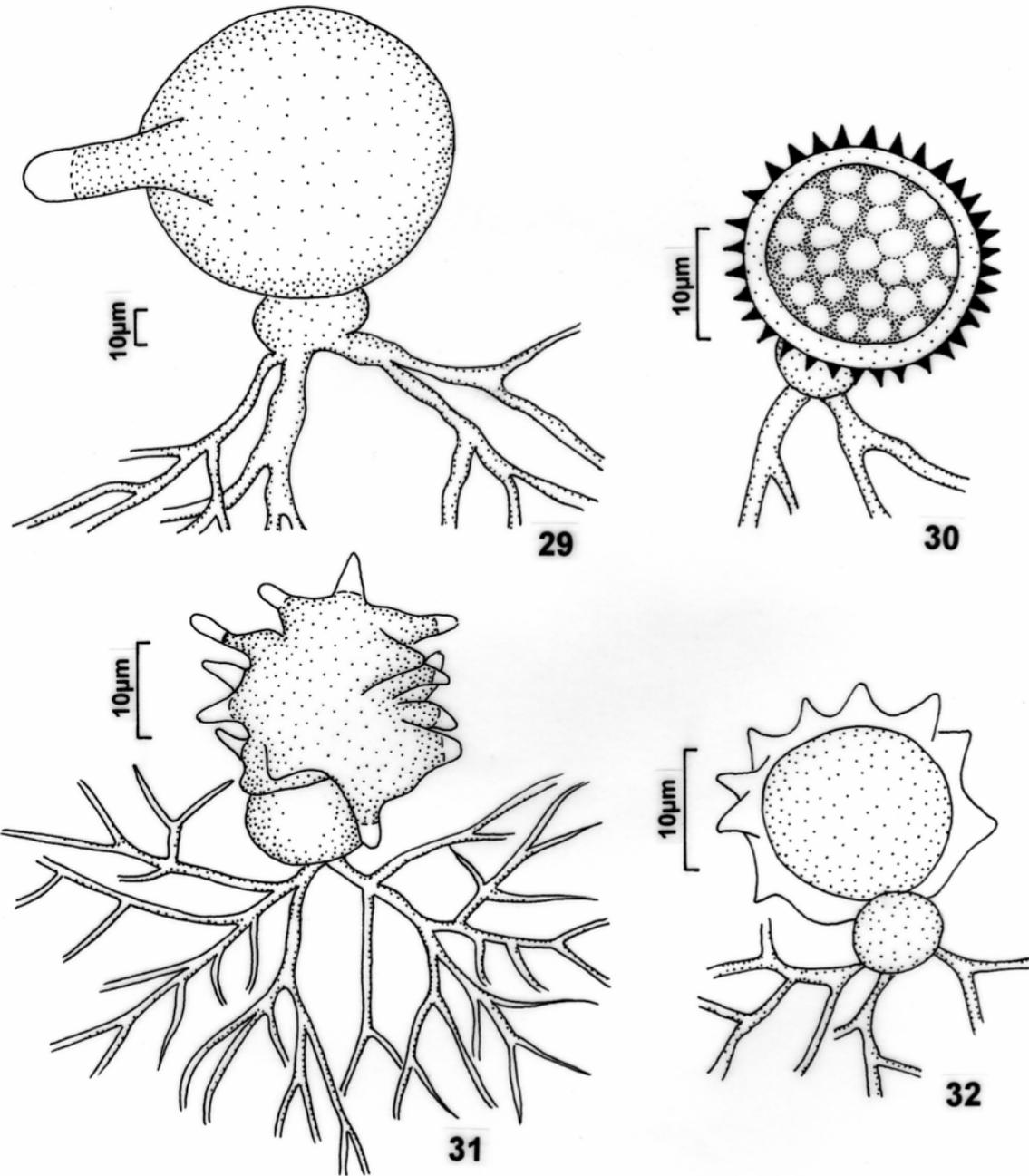
coloração hialina; conteúdo com vários glóbulos lipídicos e um vacúolo central; com apófise esférica; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (08-VI-2005, 11-VIII-2005, 07-XII-2005, 22-II-2006, 27-IV-2006, 05-VI-2006) e de solo (21-IX-2005, 17-XI-2005, 07-XII-2005, 27-IV-2006 e 19-V-2006), em exoesqueleto de camarão, *C.A. Nascimento* SP 381623.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus (Silva 2002). **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004). **São Paulo:** Assis (Milanez 1984b), Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli 1990); Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), Itapeçerica da Serra (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990), Santo André (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992) e São Paulo (Pires-Zottarelli *et al.* 1996a, Rocha & Pires-Zottarelli 2002, Rocha 2004).

*Diplophlyctis sarcoptoides* caracteriza-se pela formação de zoosporângios inoperculados e apofisados, com ornamentações tuberculadas, espinhosas ou papiladas e, esporos de resistência apofisados apresentando ornamentações semelhantes às do zoosporângio. Os espécimes examinados apresentaram zoosporângios ovais menores que os descritos por Dogma (1974d), que menciona de  $9-39 \times 6-32 \mu\text{m}$  e, zoosporângios esféricos menores que os citados por Pires-Zottarelli (1999) e Rocha & Pires-Zottarelli (2002), que mencionam, respectivamente, de  $20-36 \mu\text{m}$ , e de  $20-33 \mu\text{m}$  diâm. Os esporos de resistência foram menores que os citados por Rocha & Pires-Zottarelli (2002), que citam esporos de resistência esféricos de  $20-30 \mu\text{m}$  diâm., e Rocha (2002), que menciona esporos de resistência ovais de  $12-26 \times 10-18 \mu\text{m}$ .

Em suas descrições, Dogma (1974d), Pires-Zottarelli (1990,1999) e Rocha (2002) mencionam a ocorrência de alguns zoosporângios lisos, no entanto, todos os espécimes examinados neste estudo apresentaram apenas zoosporângios ornamentados.



**Figura 29-30.** *Diplophlyctis intestina* (Shenk) J. Schröt. 29. Zoosporângio apofisado. 30. Esporo de resistência ornamentado e apofisado. **Figura 31-32.** *Diplophlyctis sarcoptoides* (H.E. Petersen) Dogma. 31. Zoosporângio ornamentado e apofisado. 32. Esporo de resistência ornamentado e apofisado.

*Diplophlyctis sarcoptoides* apresentou crescimento restrito a substrato quitinoso, exoesqueleto de camarão, concordando com Dogma (1974d), Pires-Zottarelli (1990,1999), Rocha & Pires-Zottarelli (2002).

A primeira citação deste gênero no Brasil com o nome *Asterophlyctis* é de Karling (1945), no entanto, a espécie *A. sarcoptoides* H.E. Petersen só foi referida por Antikajian (1949), a partir da espécie fornecida por J. S. Karling, isolada de amostras de solo, coletadas no estado de Rondônia (Milanez, 1984a). Baseado em observações do desenvolvimento do talo de *A. sarcoptoides*, Dogma (1974d) transferiu a espécie para o gênero *Diplophlyctis*.

### ***Entophlyctis* Fisher 1892.**

Talo eucárpico, monocêntrico, extra e/ou intramatricial, desenvolvimento endógeno ou exógeno. Zoosporângios inoperculados, variáveis em forma; parede lisa, coloração hialina; com um a vários tubos de liberação; sem apófise. Sistema rizoidal delicado ou extensivo, ramificado, um a vários eixos rizoidais saindo da base do zoosporângio; cisto do zoósporo às vezes persistente no rizóide. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina ou com coloração alaranjada; quando liberados, saindo através de um poro formado no ápice do tubo de liberação. Esporos de resistência variáveis em forma, formados como os zoosporângios; parede lisa, ocasionalmente ondulada, espessada, coloração hialina, amarela, ferrugem ou marrom-dourada; sem apófise; assexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após a germinação (Sparrow 1960, Longcore 1995, adaptado).

Segundo Kirk *et al.* (2001), o gênero possui 19 espécies conhecidas, das quais uma foi representada no presente estudo.

### ***Entophlyctis luteolus* Longcore, 1995.**

Figuras 33-37

Talo eucárpico, monocêntrico, extra e/ou intramatricial. Zoosporângios inoperculados,

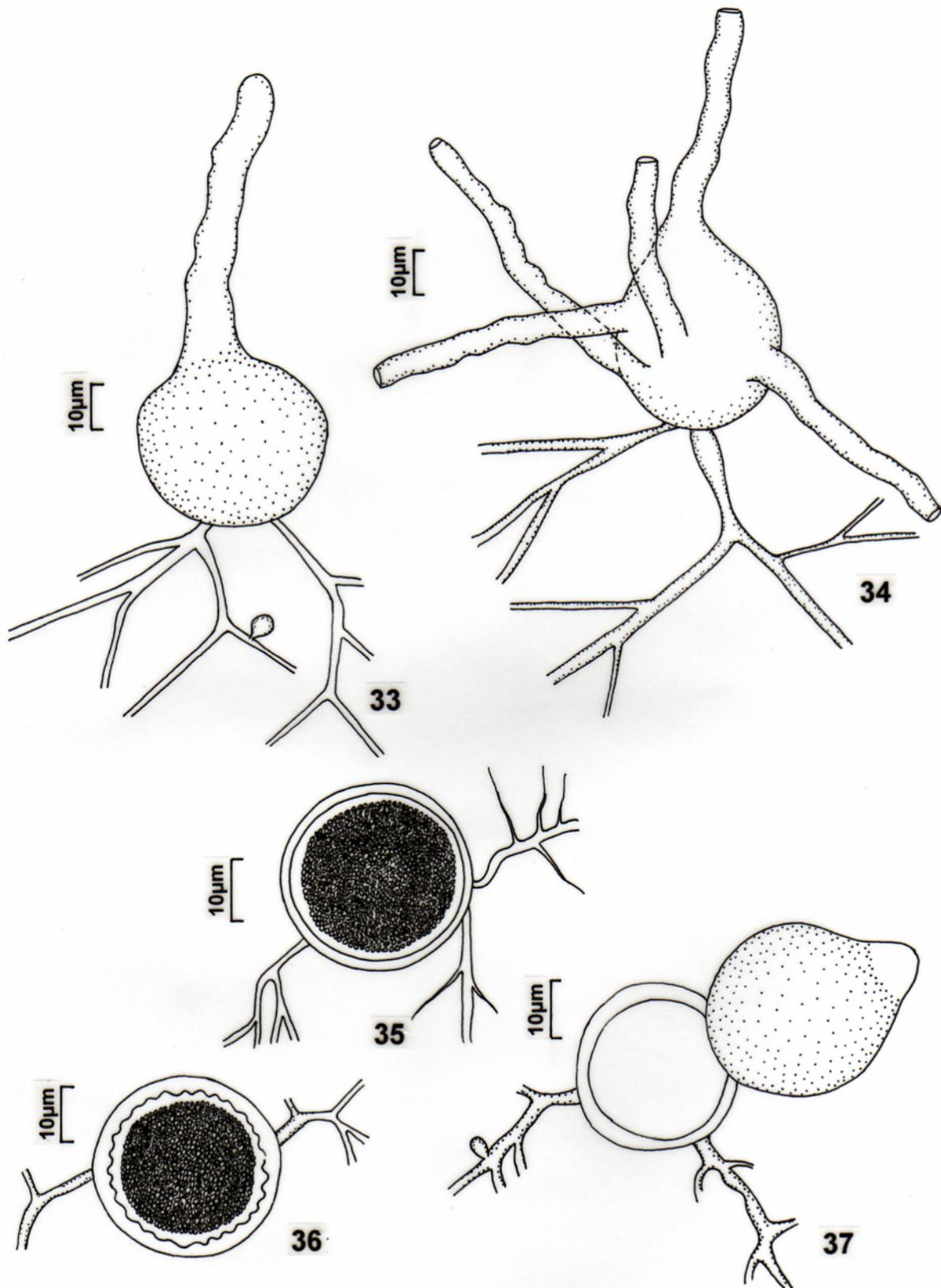
esféricos, 17,5–37,5 µm diâm.; parede lisa; com 1-5 tubos de liberação, comprimentos variáveis, ocasionalmente ramificados. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, com 1-4 eixos saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio; cisto do zoósporo persistente no rizóide. Zoósporos com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo através de um poro formado no ápice do tubo de liberação, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência esféricos, 20–37,5 µm diâm.; parede lisa ou apresentando aspecto irregular na parte externa e/ou interna, espessada, 0,7–1,5 µm, coloração amarela; conteúdo granular, com gotículas lipídicas em espaços regulares; funcionando como um prosperângio após a germinação.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (06-VII-2005, 21-IX-2005 e 07-XII-2005) e amostras de solo (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 17-XI-2005, 07-XII-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 19-V-2006) em epiderme de cebola e palha de milho, *C.A. Nascimento* SP 381624.

Distribuição no Brasil: **São Paulo:** São Paulo (C.L.A. Pires-Zottarelli, dados não publicados).

*Entophlyctis luteolus* caracteriza-se pela formação de zoosporângios inoperculados com 1-4 eixos rizoidais, cisto do zoósporo persistindo no rizóide e, principalmente, pela presença de esporos de resistência com parede interna e/ou externa lisa ou irregular, apresentando uma típica coloração amarelada. As medidas dos zoosporângios dos espécimes examinados concordam com Longcore (1995).

No Brasil, a primeira citação da espécie é de C.L.A., Pires-Zottarelli (dados não publicados), que a isolou de amostras de água e solo, iscadas com substratos celulósicos, epiderme de cebola, coletadas no estado de São Paulo.



**Figura 33-37.** *Entophlyctis luteolus* Longcore 33. Zoosporângio. 34. Zoosporângio vazio com quatro tubos de liberação. 35. Esporo de resistência. 36. Esporo de resistência evidenciando parede interna irregular. 37. Germinação do esporo de resistência.

## Spizellomycetales

### Spizellomycetaceae

#### Chave para os gêneros

- 1. Talo holocárpico ..... *Rozella*
- 1. Talo eucárpico ..... 2
  - 2. Zoosporângios operculados ..... *Karlingia*
  - 2. Zoosporângios inoperculados ..... *Rhizophlyctis*

#### *Karlingia* Johanson, 1944.

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatrical. Zoosporângio exo e/ou endoperculado, variável em forma; conteúdo apresentando coloração hialina ou com variações de rósea a marrom-avermelhada; parede lisa, coloração hialina ou marrom; geralmente com cisto; com um a vários tubos de liberação ou papilas. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, retilíneo ou com constrictões presentes; eixos rizoidais saindo de um a vários pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos com uma a várias gotículas lipídicas; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no ápice e/ou no interior do tubo de liberação ou de uma papila, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados por um breve período ou sendo imediatamente dispersados. Esporos de resistência variáveis em forma; parede lisa ou, com ornamentações, espessada, com coloração hialina, marrom ou âmbar; assexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após a germinação (Johanson 1944, Karling 1977, adaptada).

Segundo Hawksworth *et al.* (1995), o gênero possui 10 espécies conhecidas, das quais cinco foram representadas no presente estudo.

**Chave para as espécies de *Karlingia***

- 1. Rizóides com constrictões ..... 2
- 1. Rizóides sem constrictões ..... 3
  - 2. Zoosporângios exo e/ou endoperculados; lisos ..... *K. granulata*
  - 2. Zoosporângios exoperculados; ornamentados ..... *Karlingia* sp. 1
- 3. Conteúdo róseo ..... *K. rosea*
- 3. Conteúdo hialino ..... 4
  - 4. Esporos de resistência ornamentados com espinhos cônicos, longos ou curtos, muito curvados, bastante numerosos, com coloração âmbar ..... *K. curvispinosa*
  - 4. Esporos de resistência ornamentados com espinhos cônicos, longos ou curtos, às vezes curvados, pouco numerosos, com coloração hialina ..... *K. asterocysta*

***Karlingia asterocysta*** Karling, Mycologia, 41:509. 1949.

Figuras 38-41

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatrical. Zoosporângios exoperculados, esféricos, 42,5–97,5 µm diâm., ovais 22,5–65 × 30–75 µm; parede lisa, coloração hialina; com cisto; 1-3 papilas. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, sem constrictões, com vários eixos saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado em uma papila, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados por um tempo antes de sua dispersão. Esporos de resistência esféricos, 15–30 µm diâm.; parede com ornamentações em forma de espinhos cônicos, longos ou curtos, às vezes curvados, pouco numerosos, coloração hialina; com cisto; conteúdo granular; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de solo (08-VI-2005), em exoesqueleto de camarão, *C.A. Nascimento* SP 381627.

*Karlingia asterocysta* caracteriza-se pela formação de zoosporângios exoperculados, com uma a várias papilas e, esporos de resistência com ornamentações em forma de espinhos ocasionalmente curvados, de coloração hialina. Os zoosporângios esféricos dos espécimes examinados se apresentaram menores que os descritas por Karling (1949), que cita de 20–110  $\mu\text{m}$  diâm. e, os esporos de resistência esféricos observados concordam com os descritos pelo autor.

*Karlingia asterocysta* difere de *K. curvispinosa* Karling apenas pelas ornamentações discretas, pouco numerosas, com uma coloração hialina e, que se apresentam muito conspícuas, bastante numerosas e com coloração âmbar em *K. curvispinosa* (veja também comentários de *K. curvispinosa*).

Karling (1949) descreve para seus isolados a presença de uma vesícula durante a liberação dos zoósporos, porém, observações nos isolados deste estudo, permitem afirmar que em nenhum momento ocorreu a formação desta vesícula, havendo apenas a liberação dos zoósporos envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde estes permaneceram agrupados por um período antes da sua completa dispersão.

A espécie foi descrita originalmente por Karling (1949), que a isolou de amostras de água e solo, iscadadas com substrato quitinoso, exoesqueleto de camarão, coletadas nos E.U.A. Trata-se da primeira citação para o Brasil.

***Karlingia curvispinosa*** Karling, 41:509-511.1949.

Figuras 42-44

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatrical. Zoosporângios exoperculados, ovais, 25–72,5  $\times$  32–75  $\mu\text{m}$ ; parede lisa, coloração hialina; presença de uma papila; com cisto. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, sem constrictões, com vários eixos saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos com uma gotícula lipídica hialina; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado em uma papila, envolvidos por uma matriz gelatinosa,

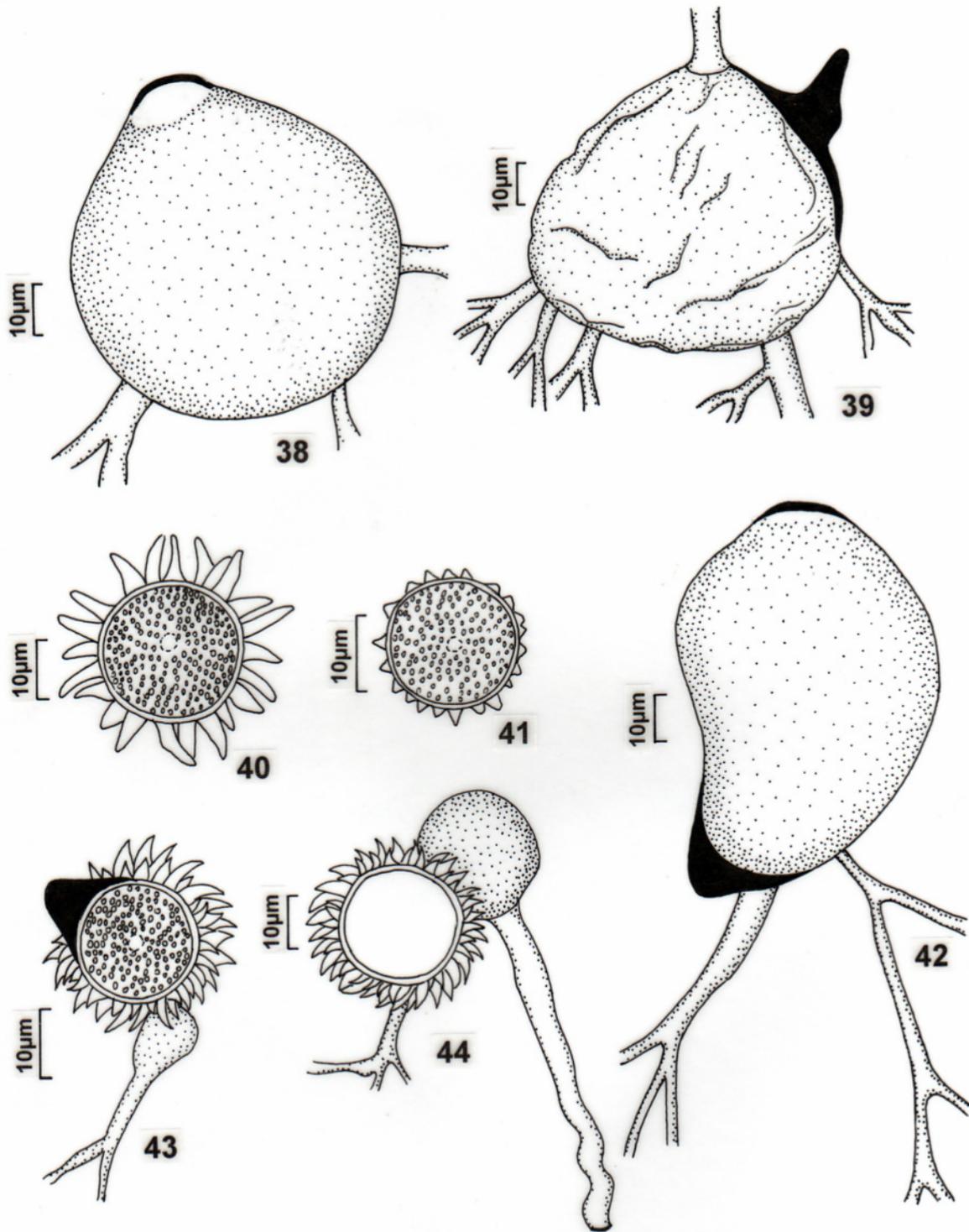
onde permanecem agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência esféricos, 20–62,5 µm diâm., ocasionalmente ovais, 20–37,5 × 15–27,5 µm; parede apresentando ornamentações em forma de espinhos cônicos, longos ou curtos, muito curvados, bastante numerosos, com coloração âmbar; geralmente com cisto; conteúdo finamente granular; esporo de resistência funcionando como um prosperângio na germinação.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (22-II-2006) e de solo (07-XII-2005 e 27-IV-2006), em exoesqueleto de camarão, C.A. Nascimento SP 381628.

Distribuição no Brasil: **São Paulo:** São Paulo (C.L.A., Pires-Zottarelli, dados não publicados).

*Karlingia curvispinosa* caracteriza-se pela presença de zoosporângios exoperculados apresentando uma papila e, abundante formação de esporos de resistência com ornamentações espinhosas, curvadas, de coloração âmbar, geralmente com cisto. Karling (1949), em sua descrição original, menciona zoosporângios ovais maiores que os examinados neste estudo, de 10–80 × 15–140 µm e, esporos de resistência menores, de 6–21 µm diâm. O autor observou que em alguns esporos de resistência as ornamentações foram reduzidas, dando à parede destas estruturas um aspecto verrucoso, mas tal ocorrência não foi encontrada neste estudo.

Embora se note uma similaridade morfológica entre os isolados de *K. curvispinosa* e *K. asterocysta*, os esporos de resistência das duas espécies são distinguíveis pelas ornamentações muito conspícuas, bastante numerosas e, com coloração âmbar em *K. curvispinosa*, enquanto que em *K. asterocysta* as ornamentações foram mais discretas, em número bem menor e, com uma coloração hialina. Outra característica muito importante, não mencionada na descrição original e, freqüentemente observada em *K. curvispinosa*, foi a presença de um cisto muito evidente formado



**Figura 38-41.** *Karlingia asterocysta* Karling 38. Zoosporângio. 39. Cisto na parede do zoosporângio. 40. Esporo de resistência ornamentado. 41. Esporo de resistência ornamentado com espinhos curtos. **Figura 42-44.** *Karlingia curvispinosa* Karling 42. Zoosporângio com cisto. 43. Esporo de resistência ornamentado evidenciando espinhos curvados e cisto. 44. Germinação do esporo de resistência.

em seus esporos de resistência, o qual não foi observado nos isolados de *K. asterocysta*. Uma comparação entre as descrições originais das duas espécies permite afirmar que elas estão muito próximas, necessitando assim, de estudos mais detalhados de novos isolados, numa tentativa de se encontrar novas características que possam diferenciar ainda mais as espécies.

A espécie foi isolada pela primeira vez no Brasil por C.L.A. Pires-Zottarelli (dados não publicados) de amostras de solo, iscadas com exoesqueleto de camarão, coletadas em Mogi das Cruzes, estado de São Paulo.

***Karlingia granulata*** Karling, Mycologia 39: 57-58. 1947.

Figuras 45-46

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatrical. Zoosporângios exo e/ou endoperculados, esféricos, 50–140 µm diâm., ocasionalmente ovais; parede lisa, mas tornando-se enrugada na maturidade, coloração de hialina a acinzentada; com cisto, tubo de liberação, variável em tamanho, não ramificado ou, 1-3 papilas proeminentes. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, com constrictões, vários eixos saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos com várias gotículas lipídicas hialinas; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no ápice e/ou no interior do tubo de liberação ou de uma papila, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados por um breve período antes de sua dispersão. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (06-VII-2005) e de solo (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-2005, 17-XI-2005, 07-XII-2005, 26-I-2006, 22-II-2006, 31-III-2006, 19-V-2006 e 05-VI-2006), em epiderme de cebola e palha de milho, *C.A. Nascimento* SP 381625.

Distribuição no Brasil: **Amazonas:** Manaus Silva (2002). **Minas Gerais:** Ingaí (Oliveira 2004).

**Rondônia:** São Carlos (Karling 1947a). **São Paulo:** São Paulo (Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

*Karlingia granulata* caracteriza-se pela ocorrência de zoosporângios exo e/ou endoperculados, parede lisa, mas tornando-se enrugada na maturidade, com coloração de hialina a acinzentada, rizóides extensivos e geralmente constrictos. Os zoosporângios esféricos dos espécimes examinados se apresentaram menores que os descritos originalmente por Karling (1947a), que cita zoosporângios de 8–240 µm diam. Dogma (1974c), também descreve zoosporângios maiores que os observados neste estudo, de 24–180 µm diâm. No entanto, comparando com isolados brasileiros, os zoosporângios foram maiores que os descritos por Rocha & Pires-Zottarelli (2002), que mencionam de (25–) 37–50 (–62) µm diâm.

Karling (1947a) comenta que esta espécie é normalmente monocêntrica, mas em casos raros ela pode se tornar policêntrica. No entanto, em momento algum, tal característica foi observada nos espécimes examinados neste estudo.

*Karlingia granulata* apresentou crescimento apenas em epiderme de cebola e palha de milho, concordando com Karling (1947a), Dogma (1974c), Silva (2002). Rocha & Pires-Zottarelli, além de palha de milho, ainda mencionam seu crescimento em celofane, demonstrando a possível especificidade desta espécie com substratos celulósicos.

A primeira citação desta espécie no Brasil é de Karling (1947a) que a isolou de amostras de solo coletadas no estado do Mato Grosso.

***Karlingia rosea*** Karling, Am. J. Bot. 31:399. 1944.

Basiônimo: *Chytridium roseum* de Bary & Woronin, Berichte Verhandl. Naturforsch. Gesell. Freiburg 3(2): 52. 1865.

Figura 47

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatrical. Zoosporângios endoperculados, esféricos, 35–140 µm diâm., ovais, 70–150 × 60–120 µm; conteúdo róseo, tornando-se marrom-avermelhado na maturidade; parede lisa; com cisto; com tubo de liberação, variável em número, geralmente

curto. Sistema rizoidal extensivo, bastante ramificado, constricções ausentes, com vários eixos rizoidais saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos com várias gotículas lipídicas hialinas; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no interior do tubo de liberação e sendo imediatamente dispersados. Esporos de resistência não observados.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de água (21-IX-2005, 19-X-2005, 26-I-2006 e 05-VI-2006) e de solo (08-VI-2005, 06-VII-2005, 11-VIII-2005, 21-IX-2005, 19-X-200, 17-XI-2005, 07-XII-2005, 22-II-2006, 31-III-2006, 27-IV-2006, 19-V-2006 e 05-VI-2006) em epiderme de cebola, palha de milho e celofane, *C.A. Nascimento* SP 381626.

Distribuição no Brasil: **Acre:** (Karling 1944e). **Alagoas:** Arapiraca (Milanez 1984a). **Amazonas:** Manaus (Karling 1947a, Silva 2002). **Bahia:** Correntina, Irecê, Mucuri e Veredãozinho (Milanez 1984a). **Goiás:** Alvorado do Norte, Itaberaí e Posse (Milanez 1984a). **Maranhão:** Monção (Milanez 1984a). **Mato Grosso do Sul:** Aurilândia, Ivinheima-Presidente Epitácio, Bataiporã, Bataguaçu, Carapó, Flórida, Ivinheima, Juti, Naviraí, Nova Andradina (Milanez 1984a). **Minas Gerais:** Carangola, Medina (Milanez 1984a), Ingaí (Oliveira 2002). **Paraíba:** Condado (Milanez 1984a), Areia (Joffily 1947). **Paraná:** Cambará, Carlópolis, Foz do Iguazu, Itaguajé, Paranaíba, São João de Caiuá e Sengés (Milanez 1984a). **Pernambuco:** Recife (Milanez 1984a), “Reserva Florestal de Dois Irmãos” (Cavalcanti 2000) **Piauí:** Oeiras (Milanez 1984a), Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). **Rio Grande do Sul:** Pelotas, São Lourenço do Sul (Milanez 1984a). **Rio de Janeiro:** Resende (Milanez 1984a). **Rondônia:** Rio Madeira (Dogma, 1974a), São Carlos e Porto Velho (Karling 1944e, Karling 1947a). **Santa Catarina:** São Joaquim (Milanez 1984a). **São Paulo:** águas de São Pedro, Andradina, Caraguatatuba, Fernandópolis, General Salgado, Ibitinga, Icem, Irapuã, Itirapina, Jabuticabal, Matão, Salesópolis, São Bernardo do Campo, São Carlos, Tietê (Milanez 1984a). Assis, Avaré, Bastos, Caiuá, Cândido Mota, Lavínia, Marabá Paulista, Paraguaçu

Paulista, Pedrinhas Paulista, Piraju, Platina, Presidente Epitácio, Presidente Venceslau, Quatá, Santo Anastácio (Milanez, 1984b), Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli 1990), Campinas (Joffily 1947), Cananéia (Booth 1979), Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), Riacho Grande, Santo André (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Pires-Zottarelli *et al.* 1993, Antunes *et al.* 1993, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b), São Paulo (Lyra e Milanez 1974, Milanez 1984a, Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Pires-Zottarelli *et al.* 1996a, Rocha & Pires-Zottarelli 2002, Rocha 2004).

*Karlingia rosea* caracteriza-se pela formação de zoosporângios endoperculados, com conteúdo variando de uma coloração rósea, no início do desenvolvimento, a marrom-avermelhada na maturidade e presença de vários tubos de liberação. Os isolados examinados apresentaram zoosporângios esféricos menores que os descritos por Johanson (1944), que menciona de 3,3–250 µm diâm., Milanez (1984b), de 100–180 µm diâm., Rocha e Pires-Zottarelli (2002), de 53–186 µm diâm., e maiores que Rocha (2002), que cita de 10–108 µm diâm.

Muitas divergências quanto à posição desta espécie em nível genérico existem na literatura. Foram De Bary & Woronin (1856) quem primeiro descreveu esta espécie sob a combinação de *Chytridium roseum*, caracterizada pela presença de zoosporângios inoperculados, com rizóides saindo de vários pontos da parede. Após alguns anos, Fischer (1892) propôs *Rhizophlyctis* para englobar espécies que apresentavam morfologia semelhante a esta, e sinonimizou *C. roseum* com *Rhizophlyctis rosea* (Johanson, 1944). Posteriormente, Johanson (1944) realizou novas observações do desenvolvimento do zoosporângio e da liberação dos zoósporos desta espécie, concluindo que nela ocorria a formação de opérculo e, portanto, não poderia permanecer no gênero inoperculado *Rhizophlyctis*. O autor então estabeleceu *Karlingia* para abranger espécies com zoosporângios exo e/ou endoperculados, com rizóides saindo de vários pontos da parede, sinonimizando *R. rosea* com *Karlingia rosea*. Sparrow (1960) considerou a endoperculação como um caráter genericamente inválido, onde após concluir que a endoperculação se trata de um desenvolvimento anormal em zoosporângios antigos e com liberação tardia, a considerou como um caráter não constante e pouco

confiável, sinonimizando *Karlingia* com *Rhizophlyctis* e transferindo todas as espécies endoperculadas de *Karlingia* para este gênero e as exoperculadas para *Karlingiomyces* estabelecido por ele. Sendo assim, este autor considerou *K. rosea* sinônimo de *R. rosea*. No intuito de reestabelecer o gênero, Karling (1966) sinonimizou *Karlingiomyces* com *Karlingia*. Por sua vez, Dogma (1974c) acreditando que a endoperculação se trata de um caráter constante aceitou tanto *Karlingia*, com espécies endoperculadas, como *Karlingiomyces* com exoperculadas. O autor concordou com o nome *Karlingia rosea* (Dogma 1974c, Sparrow 1960, Karling 1977). Recentemente, Blackwell *et al.* (2004), abordaram todas essas discussões envolvendo *Karlingia*, concordando com a visão taxonômica de Sparrow (1960). Contudo, a posição de Johanson (1944) e Karling (1966) é mantida aqui neste estudo.

A primeira citação da espécie no Brasil foi feita por Joffily (1947), isolada de amostras de solo, iscadas com celofane, coletadas nos estados da Paraíba e São Paulo.

### ***Karlingia* sp. 1**

Figura 48

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios exoperculados, esféricos, 17,5–125 µm diâm., ovais, 125–20 × 95–17,5 µm; parede com ornamentações em forma de filamentos, variáveis em número e comprimento, geralmente em número menor nos zoosporângios mais jovens, coloração marrom; com cisto; papila única, às vezes muito proeminente. Sistema rizoidal extensivo, ramificado, com alguns rizóides ocasionalmente espiralados, geralmente com constrictões, vários eixos saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos com várias gotículas lipídicas hialinas; quando liberados, saindo através da abertura do opérculo formado no ápice da papila, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados por um breve período, antes de sua dispersão.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de solo (21-IX-2006), em epiderme de cebola e palha de milho, *C. A. Nascimento* SP 381629.

*Karlingia* sp. 1 continua em estudo para identificação em nível específico. O espécime apresentou características peculiares na ornamentação dos zoosporângios. Estas ornamentações possuem a forma de filamentos, ocasionalmente ramificados, em número bastante variável, geralmente mais abundantes nos isolados mais antigos, característica que o distingue das demais espécies descritas para o gênero.

***Rhizophlyctis*** Fischer 1911.

Talo monocêntrico, eucárpico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados; parede lisa ou com ornamentações; com um ou mais tubos ou papilas. Sistema rizoidal extensivo, ramificado ou não, com vários eixos saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos geralmente com uma gotícula lipídica; quando liberados, saindo através de um poro formado nos tubos ou papilas, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados por um período antes de sua dispersão. Esporos de resistência variáveis em forma, parede lisa ou com ornamentações, espessada; funcionando como um prosperângio após a germinação (Sparrow 1960, adaptada).

Segundo Hawksworth *et al.* (1995), o gênero possui nove espécies conhecidas, das quais uma foi representada no presente estudo.

***Rhizophlyctis chitinophila*** Sparrow, Aquatic Phycomycetes 444-445. 1960.

Figuras 49-50

Talo eucárpico, monocêntrico, extra-intramatrical. Zoosporângios inoperculados, esféricos, 25–120 µm diâm., ovais, 30–135 × 20–82,5 µm; parede lisa, coloração hialina; com 1-6 papilas.

Sistema rizoidal extensivo, ramificado, com vários eixos saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio. Zoósporos com várias gotículas lipídicas hialinas; quando liberados, saindo através de um poro formado no ápice das papilas, envolvidos por uma matriz gelatinosa, onde permanecem agrupados ou sendo imediatamente dispersados. Esporos de resistência esféricos, 7,5–22,5 µm diâm., parede lisa, espessada, coloração marrom, conteúdo granular; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de solo (22-II-2006), em exoesqueleto de camarão, *C.A. Nascimento* SP 381630.

Distribuição no Brasil: **São Paulo:** Brotas-Itirapina (Pires-Zottarelli, 1990), Riacho Grande (Lyra & Milanez 1974) e São Paulo (Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

*Rhizophlyctis chitinophila* caracteriza-se pela formação de zoosporângios inoperculados, com 1-6 papilas e rizóides saindo de vários pontos da parede do zoosporângio. Os zoosporângios esféricos e ovais dos espécimes examinados se apresentaram maiores que os descritos por Pires-Zottarelli (1990), que menciona, respectivamente, de 10–21 µm diâm., e de 10–22 × 8–14 µm, e Rocha e Pires-Zottarelli (2002), que citam zoosporângios esféricos de 30–60 µm e ovais de 40–5×35–45 µm .

Os espécimes ocorreram apenas em substrato quitinoso, exoesqueleto de camarão, concordando com Sparrow (1960), Lyra & Milanez (1974), Pires-Zottarelli (1990) e Rocha e Pires-Zottarelli (2002).

Informações quanto à morfologia e posição taxonômica desta espécie são bastante contraditórias na literatura. Existe um grupo de espécies que apresentam morfologia muito semelhante e que podem ser facilmente confundidas. Esse grupo conhecido como “Rhizophlyctoid alliance” inclui as espécies que apresentam vários eixos rizoidais saindo de diferentes pontos da parede do zoosporângio (Dogma, 1974c). Essa aliança é dividida por Karling (1977) em

*Rhizophlyctis* Fischer e *Karlingia* Johanson, por Sparrow (1960) em *Rhizophlyctis* Fischer e *Karlingiomyces* Sparrow, e por Dogma (1974c) em *Rhizophlyctis* Fischer, *Karlingiomyces* Sparrow e *Karlingia* Johanson, todos eles distinguíveis pela presença ou ausência do opérculo, e pela posição em que ele é formado. Em resumo, *Rhizophlyctis* sensu Sparrow é inoperculado ou endoperculado e *Karlingiomyces* é exo e/ou endoperculado. *Karlingia* sensu Karling é exoperculada, endoperculada ou exo-endoperculada e *Rhizophlyctis* abrange apenas espécies inoperculadas. *Rhizophlyctis* sensu Dogma é inoperculado, *Karlingia* é endoperculado e *Karlingiomyces* é exoperculado (veja também comentários de *Karlingia rosea* Karling).

Neste estudo, como consta na descrição acima, observações minuciosas dos espécimes isolados não revelaram a presença de opérculo no zoosporângio e o material foi classificado em *Rhizophlyctis* sensu Karling.

*Karlingia chitinophila* Karling apresenta zoosporângios endoperculados, com uma a várias papilas de descarga e rizóides saindo de vários pontos da parede zoosporângial, portanto bastante semelhante ao material aqui examinado, exceto pela presença de endopérculo.

Sparrow (1960) ao transferir todas as espécies endoperculadas de *Karlingia* para *Rhizophlyctis*, sinonimizou *K. chitinophila* com *R. chitinophila*. Aparentemente a única diferença entre *R. chitinophila* (Karling) Sparrow e a espécie aqui identificada, é a presença do endopérculo.

No Brasil, *R. chitinophila* foi citado por Lyra & Milanez (1974), Pires-Zottarelli (1990), e Rocha e Pires-Zottarelli (2002), mas nenhum registro da presença de endopérculo foi descrito pelos autores.

O primeiro relato da espécie no Brasil foi feito por Lyra & Milanez (1974), isolada de amostras de água, iscadas com exoesqueleto de camarão, coletadas em São Paulo, SP.

### ***Rozella* Cornu 1872**

Talo parasítico, monocêntrico, holocárpico, endobiótico. Zoosporângio inoperculado, variáveis em forma, eventualmente assumindo a forma da célula do hospedeiro; parede lisa,

coloração hialina; com uma ou mais papilas. Sistema rizoidal ausente. Zoósporos formados no zoosporângio, frequentemente com uma gotícula lipídica. Esporos de resistência variáveis em forma; parede lisa ou com ornamentações; assexuadamente formados; funcionando como um prosperângio após a germinação (Saprow 1960, adaptado).

A classificação de *Rozella* ainda é considerada incerta na literatura, apresentando uma grande variação, inclusive em nível de filo. Sparrow (1960) e Karling (1977) classificam este gênero em Chytridiomycota, Chytridiales, Olpidiaceae. Porém Hawksworth *et al.* (1995) o inserem em Oomycota, Rozellopsidales e Rozellopsidaceae. Já Kirk *et al.* (2001), numa classificação mais recente, o inclui em Chytridiomycota, Spizellomycetales e Spizellomycetaceae, sendo esta a adotada neste estudo. Segundo eles, o gênero contém 22 espécies conhecidas, das quais uma foi representada no presente estudo.

***Rozella chytriomycii*** Karling, Mycologia 38:107. 1946

Figura 51

Talo parasítico em *Chytriomycetes appendiculatus* Karling, monocêntrico, holocárpico, endobiótico. Zoosporângios não observados. Esporos de resistência esféricos, 12,5–40 µm diâm., ovais, 22,5–32,5 × 17,5–27,5 µm; conteúdo granular, com um grande vacúolo central; parede com ornamentações em forma de espinhos espinhos equinulados, numerosos e curtos, espessada, com coloração marrom; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL. São Paulo: São Paulo, Parque Estadual da Serra da Cantareira, amostras de solo (08-VI-2005), *C.A. Nascimento* SP 381631.

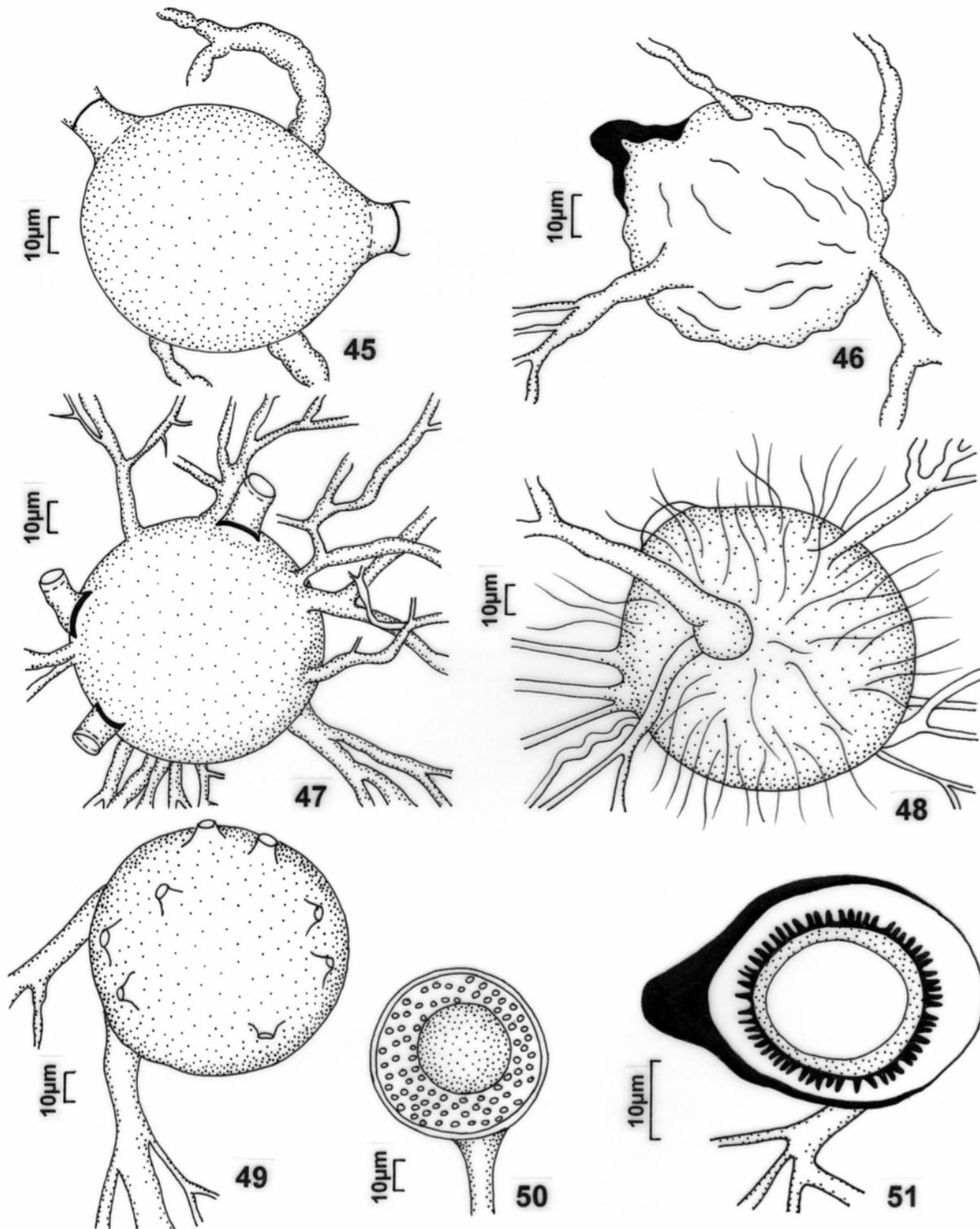
*Rozella chytriomycii* caracteriza-se pelo comportamento parasítico em *Chytriomycetes* sp., e formação de esporos de resistência com parede apresentando ornamentações espinhosas. Neste estudo, os espécimes examinados apresentaram esporos de resistência esféricos maiores que os

descritos por Karling (1946a), que cita de 7–20 µm diâm. O autor descreveu a espécie parasitando apenas *Chytrium hyalinus* Karling, apesar de várias tentativas, sem sucesso, de inoculação em outras espécies de quitrídias.

O epíteto específico *chytriomycetis*, também pode ser encontrado nas referências de Karling (1965) e Sparrow (1960), porém optou-se por manter o epíteto *chytriomycii* citado na descrição original da espécie.

*Rozella chytriomycii* foi descrita originalmente por Karling (1946a), parasitando *Chytrium hyalinus* Karling, de amostras de água, coletadas nos E.U.A. Esta se trata da primeira citação para o Brasil.

Por se tratar do primeiro estudo com Chytridiomycota realizado no Parque Estadual da Serra da Cantareira, São Paulo, os resultados obtidos contribuem de forma significativa para o conhecimento dos quitridiomycetos do local e, indicam a riqueza em diversidade destes fungos, ampliando o seu conhecimento em áreas de Mata Atlântica no estado de São Paulo e no Brasil, uma vez que, seis novas citações estão sendo reportadas para o país e uma está sendo mencionada pela primeira vez no estado de São Paulo. Sendo este um estudo pontual, quando considerada toda a área que o Parque compreende, destaca-se aqui, a necessidade da conservação deste local para a realização de estudos futuros.



**Figura 45-46.** *Karlingia granulata* Karling. 45. Zoosporângio com rizóides constrictos. 46. Zoosporângio vazio com parede enrugada e cisto presente. **Figura 47.** *Karlingia rosea* Karling. Zoosporângio com tubos de liberação e rizóides ramificados. **Figura 48.** *Karlingia* sp. 1 Zoosporângio ornamentado. **Figura 49-50.** *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow. 49. Zoosporângio com vários tubos de liberação. 50. Esporo de resistência. **Figura 51.** *Rozella chytriomycii* Karling. Esporo de resistência ornamentado em *Chytriomyces appendiculatus* Karling.

**Literatura Citada**

- Ajello, L.** 1945. *Phlyctochytrium aureliae* parasitized by *Rhizophydium chytridiophagum*. Mycologia 37:109-119.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. & Blackwell, M.** 1996. Introductory Mycology. 4 ed. John Wiley, Sons, Inc, New York.
- Antunes, M.F.R., Ninomyia, A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1993. Efeitos da queimada sobre a micota de solo de Mata Atlântica, na “Reserva Biológica de Paranapiacaba”, SP. Hoehnea 20(1/2): 1-8.
- Beneke, E.S. & Rogers, L.** 1962. Aquatic Phycomycetes isolated in the states of Minas Gerais. São Paulo and Paraná, Brazil. Rickia 1:181-193.
- Booth, T.** 1979. Strategies for study of fungi in marine and marine influenced ecosystems. Revista de Microbiologia 10(4): 123-138.
- Blackwell, W.H. & Powell, M.J.** 1991. A nomenclatural synopsis of *Septosperma* (Chytriomycetes) and Emendations of *S. Rhizophydii*. Mycotaxon 42:43-52.
- Blackwell, W.H. & Powell, M.J.** 1998. Nomenclatural validation of *Solutoparies* (Chytridiomycetes). Mycotaxon 68:463-467.
- Blackwell, W.H.; Letcher, P.M. & Powell, M.J.** 2004. Synopsis and systematic reconsideration of *Karlingiomyces* (Chytridiomycota). Mycotaxon 89(2):259-276.
- Cavalcanti, M.S.** 2000. Fungos isolados da água e do solo das margens dos Açudes do Prata e do Meio, na Reserva Florestal de Dois Irmãos, Recife, PE. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo.
- Dogma Jr., I.J.** 1973. *Septochytrium willoughbyi*, a new polycentric chytridiomycete with monocentric resting spore thalli. Nova Hedwigia 24: 367-377, 1973.
- Dogma Jr., I.J.** 1974a. Developmental and taxonomic studies on rhizophlyctoid fungi,

Chytridiales. II. The *Karlingia (Rhizophlyctis) rosea*-complex. *Nova Hedwigia* 25: 1-48.

**Dogma Jr., I.J.** 1974c. Developmental and taxonomic studies of rhizophlyctoid fungi. Chytridiales. IV. *Karlingia granulata*, *Karlingia spinosa*, and *Karlingiomyces dubius*. *Ibid.* 25:91-105.

**Dogma Jr., I.J.** 1974d. Studies on chitinophilic *Siphonaria*, *Asterophlyctis* and *Rhizoclostridium*, Chytridiales. II. *Asterophlyctis sarcoptoides* H.E. Petersen: a *Diplophlyctis* with a sexual phase. *Nova Hedwigia* 25:1-50.

**Fay, D.J.** 1947. *Chytrium spinosus* nov. sp. *Mycologia* 39(2):152-157.

**Gomes, A.L.** 2005. Diversidade de Oomycota da Reserva Biológica de Paranapiacaba, Santo André, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.

**Hanson, A.M.** 1946b. A morphological, developmental and cytological study of four saprophytic chytrids IV. *Phlyctorhiza endogena* gen. nov., sp. nov. *American Journal of Botany* 33:732-739.

**Hawksworth, D.L., Kirk, P.M., Sutton, B.C. & Pegler, D.N.** 1995. *Dictionary of the Fungi*, 8 ed. International Mycological Institute, New York.

**Ibelings, B.W.; De Bruin, A. & Van Donk, E.** 2003. Parasitic fungi of freshwater phytoplankton. *In: C.K.M. Tsui & K.D. Hyde (eds.) Freshwater Mycology: Fungal Diversity Research Series*, pp. 11-50.

**Johanson, A.E.** 1944. An endo-pericarpate chytridaceous fungus: *Karlingia rosea* gen. nov. *American Journal of Botany* 31:397-404.

**Joffily, I.M.** 1947. Alguns ficomicetos aquáticos e terrícolas do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia* 10(2):95-113.

**Karling, J.S.** 1931. Studies in Chytridiales VI. The occurrence and life history of a new species of *Cladochytrium* in cells of *Eriocaulon septangulare*. *American Journal of Botany* 18(7): 526-557.

- Karling, J.S.** 1944a. Brazilian chytrids. I. Species of *Nowakowskiella*. Bulletin of the Torrey Botanical Club 71(4): 374-389.
- Karling, J.S.** 1944e. Brazilian Chytrids. IV. Species of *Rozella*. Mycologia 36: 638-647.
- Karling, J.S.** 1945a. Brazilian chytrids. V. *Nowakowskiella macrospora* sp., and other polycentric species. American Journal of Botany 32:29-35.
- Karling, J.S.** 1945b. Brazilian chytrids. VI. *Rhopalophlyctis* and *Chytriomycetes*, two new operculate genera. American Journal of Botany 32(7): 362-369.
- Karling, J.S.** 1946a. Two new chytrid parasites of *Chytriomycetes*. Mycologia 38:103-109.
- Karling, J.S.** 1946e. Keratinophilic chytrids. American Journal of Botany. 33(3):219.
- Karling, J.S.** 1947a. Brazilian chytrids. X. New species with sunken opercula. Mycologia 39:56-70.
- Karling, J.S.** 1947b. Keratinophilic chytrids. II. *Phlyctorhiza variabilis* n. sp. American Journal of Botany. 34:27-32
- Karling, J.S.** 1947c. New species of *Chytriomycetes*. Bulletin of Torrey Botanical Club 74(4):334-344.
- Karling, J.S.** 1949. New monocentric eucarpic operculate chytrids from Maryland. Mycologia 41:505-522.
- Karling, J.S.** 1951a. Polycentric strains of *Phlyctorhiza*. American Journal of Botany 38:772-777.
- Karling, J.S.** 1951b. *Cladochytrium setigerum* sp. Nov. and *Septochytrium marylandicum* sp. nov. from Maryland. Ibid. 78:38-43.
- Karling, J.S.** 1964. Indian chytrids. IV. *Nowakowskiella multispora* sp. nov. and other polycentric species. Sydowia 17:314-319.
- Karling, J.S.** 1965. Some zoosporic fungi of New Zealand. I. Sydowia 19:213-226.
- Karling, J.S.** 1967. Some Zoosporic Fungi of New Zealand. III. *Phlyctidium*, *Rhizophydium*, *Septosperma* and *Podochytrium*. Sydowia, Ann. Mycol. 20(1-6). 74-85.
- Karling, J.S.** 1977. Chytridiomycetarum Iconographia. Vaduz: J. Cramer, New York.

- Kirk, P. M., Cannon, P. F., David, J. C. & Stalpers, J. A.** 2001. Dictionary of Fungi. 9 ed. CABI Bioscience, Wallingford.
- Loncore, J.E.** 1995. Morphology and zoospore ultrastructure of *Entophlyctis luteolus* sp. nov. (Chytridiales): Implications for chytrid taxonomy. *Mycologia* 87(1):25-33.
- Lyra, N.P. & Milanez, A.I.** 1974. Notas para o levantamento dos ficomicetos aquáticos do estado de São Paulo. Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco. Publicação 698, pp. 1-27.
- Milanez A.I.** 1967. A study of the aquatic Phycomycetes of the Gull Lake area in Michigan. Ph. D. thesis, Michigan State University.
- Milanez, A.I.** 1968. Aquatic fungi of the “cerrado” region of São Paulo State. I. First Results. *Rickia* 3:97-109.
- Milanez, A.I.** 1974. Notes on the genus *Septosperma* Whiffen ex Seymour. *Rickia* 6:63-70.
- Milanez, A.I.** 1984a. Fungos zoospóricos do estado de São Paulo. II. Chytridiomycetes da Região Oeste. *Rickia* 11:115-127.
- Milanez, A.I.** 1984b. Distribuição geográfica de *Karlingia rosea* (De Bary & Woronin) Johanson no Brasil. *In: Anais do 4º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, pp. 73-76.
- 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. São Paulo, Instituto de Botânica, pp. 17-20.
- Milanez, A.I. & Trufem, S.F.B.** 1981. Ficomicetos em frutos submersos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Rickia* 9:7-15.
- Milanez, A.I. & Trufem, S.F.B.** 1984. Fungos zoospóricos em frutos submersos no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. *Rickia* 11:77-84.
- Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1994a. Fungos aquáticos da região de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. *ACIESP* 2:142-149.

- Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1994b. 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. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1994. Fungos aquáticos da região de Mata Atlântica do Estado de São Paulo. *ACIESP* 2:142-149.
- Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A., Schoenlein-Crusius, I.H. & Lohmann, L.G.** 2003. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Fungos, 8: Blatocladiales. *Hoehnea* 30:21-29.
- Moreira, C.G.** 2006. Avaliação da diversidade e biomassa de fungos associados a folhas em decomposição de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas em reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.
- Oliveira, J.M.** 2004. Diversidade de fungos zoospóricos da “Reserva do Boqueirão”, Ingaí, MG. Monografia apresentada ao Centro Universitário de Lavras, Minas Gerais.
- Pelizon, M.H., Milanez, A.I.** 1979. Ficomicetos parasitas de algas da região da grande São Paulo. *Rickia* 8:51-61.
- Pires-Zottarelli, C.L.A.** 1990. Levantamento dos fungos zoospóricos da Represa do Lobo (“Broa”), São Carlos, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- 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, São Paulo.
- Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1993. Fungos zoospóricos da Represa do Lobo (“Broa”). Novas citações para o Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 16(2): 205-220.

- Pires-Zottarelli, C.L.A.; Milanez, A.I., Schoenlein-Crusius, I.H. & Lohmann, L.G.** 1996a. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Fungos, 6: Chytridiales. Hoehnea 23(1):77-90.
- Rocha, J.R.S.** 2002. Fungos zoospóricos em área de cerrado no Parque Nacional de Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, USP, 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, Instituto de Biociências, USP, São Paulo.
- Rocha, A.A. & Merighi Junior, A.** 1986. Notas sobre o zooplâncton, bentos e fungos na Represa Billings, São Paulo. Revista DAE 46(146): 302-306.
- Rocha, M. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2002. Chytridiomycota e Oomycota da Represa de Guarapiranga, São Paulo, SP. Acta Botanica Brasilica 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.** 1989. Sucessão fúngica em folhas de *Ficus microcarpa* L.f. submersas no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Revista de Microbiologia 20(1):95-101.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1998b. Fungos zoospóricos (Mastigomycotina) da mata Atlântica da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, município de Santo André, SP. Revista Brasileira de Botânica 2:177-181.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (carvalho) submersas em um lago situado no município de Itapeverica da Serra, SP. Revista de Microbiologia 21:61-67.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1992. Aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the Atlantic rainforest. Revista de Microbiologia 23:167-171.

- Secretaria do Meio Ambiente.** 2003. Roteiro de Visitação do Parque Estadual da Cantareira.
- Seymour, R.L.** 1971. Studies on mycoparasitic chytrids. I. The genus *Septosperma*. *Mycologia* 63:83-93.
- Silva, I.L.** 2002. Micobiota de água e de solo das margens de Igarapés situados na área de mata do campus da Universidade do Amazonas, Manaus, AM. Tese de Doutorado Instituto de Biociências, USP, São Paulo.
- Sparrow Jr., F.K.** 1936. Evidence for the possible occurrence of sexuality in *Diplophlyctis*. *Mycologia* 28:321-323.
- Sparrow Jr., F.K.** 1957. A further contribution to the Phycomycete flora of Great Britain. *Transactions of British Mycological Society* 40(4):523-535.
- Sparrow Jr., F.K.** 1960. Aquatic Phycomycetes. 2 ed. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Sparrow Jr., F.K. & Lange, L.** 1976. Some bog chytrids. *Canadian Journal of Botany* 55: 1879-1890.
- Whiffen, A.J.** 1942. Two new chytrid genera. *Mycologia* 34:543-557.
- Willoughby, L.G.** 1965. A study of Chytridiales from Victorian and other Australian Soils. *Arch. Mikrobiol.* 52: 101-131.
- Zattau, W.C.** 1981. Topographic features of chytrids collected from a sphagnum bog. *Mycologia* 73:1189-1194.

## CAPÍTULO 2

---

### **Ocorrência e distribuição de Chytridiomycota no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo**

Cristiane de Almeida Nascimento<sup>1,2</sup> & Carmen Lídia Amorim Pires-Zotarelli<sup>1</sup>

1. Instituto de Botânica de São Paulo, Seção de Micologia e Liquenologia, Caixa Postal 4005, CEP 01061-970 São Paulo, SP, Brasil.

2. Autor para correspondência: [crisbotanic@yahoo.com.br](mailto:crisbotanic@yahoo.com.br)

Resumo - (Ocorrência e distribuição de Chytridiomycota no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo). De junho/2005 a junho/2006, mensalmente, amostras de água e solo foram coletadas no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo. De 182 amostras (91 de solo e 91 de água), 29 táxons foram identificados, bem como verificada, a ocorrência dos mesmos nos compartimentos e tipos de substratos. Análise de componentes principais (ACP) foi realizada para verificar a correlação existente entre a ocorrência dos táxons mais freqüentes com os fatores abióticos mensurados durante o período de estudo (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica na água e, no solo, temperatura, pH e umidade). Dos isolamentos realizados, 214 ocorreram na água e, 224 no solo, porém, a grande maioria dos táxons foi isolada dos dois compartimentos simultaneamente. Quanto ao tipo de substrato, a maior freqüência de isolamentos foi em substratos celulósicos (56,2%), seguida por quitinosos (31,3%) e queratinosos (12,5%), com alguns táxons demonstrando especificidade ao substrato colonizado. Nenhum dos fatores abióticos mensurados, na água e no solo, foi preponderante, pelo menos individualmente, para a ocorrência e distribuição dos táxons isolados.

Abstract - (Occurrence and distribution of Chytridiomycota from the “Parque Estadual da Serra da Cantareira”, São Paulo state). From June/2005 to June/2006, monthly, water and soil samples were collected from the “Parque Estadual da Serra da Cantareira”, São Paulo state. From 182 samples (91 from water and 91 from soil), 29 taxa had been identified, and also verified the compartment and substrates that they occurred. The PCA (Principal Components Analysis) was used to verify the correlation between the occurrence of the frequent taxa with the abiotic factors measured (temperature, pH, dissolved oxygen and conductivity in the water and, temperature, pH and humidity in the soil). Of the isolations realized, 214 occurred in the water and, 224 in the soil, however, the greater number was isolated in the two compartments simultaneously. Considering the substrates, the majority of the taxa appeared in the cellulosic substrates (56,2%), followed by chitinous (31,3%) and keratinous (12,5%), with some of them growing only in the specific substrate. None of the

abiotic factors measured, in the water and the soil, at least individually, was preponderant, for the occurrence and distribution of the isolated taxa.

### **Introdução**

Os quitridiomictos são organismos cosmopolitas, presentes nos ecossistemas aquáticos e terrestres, sendo a maioria encontrada em água doce, poucos em ambientes marinhos e, alguns anaeróbios obrigatórios em rúmen de herbívoros, atuando na digestão de celulose e hemicelulose. A maioria são sapróbios, participando ativamente como decompositores na cadeia alimentar, mas também podem ser encontradas espécies parasitas de algas, outros fungos, anfíbios, animais microscópicos e plantas superiores (Alexopoulos *et al.* 1996).

Aspectos básicos da biologia desses fungos ainda são desconhecidos e, muito pouco se sabe sobre os seus mecanismos de sobrevivência em períodos de stress ambiental (Gleason *et al.* 2004, Powell 1993 *apud* Gleason *et al.* 2004). Considerando-se estudos mundiais, destacam-se os trabalhos de Sparrow (1968), Dick (1976) e Dix & Webster (1995) que abordam os principais fatores bióticos e/ou abióticos que interferem na ocorrência e distribuição dos fungos. Estudos recentes realizados para avaliar a influência da temperatura, umidade e potencial osmótico no crescimento de quitridiomictos isolados do solo, demonstraram que estes fatores podem limitar o crescimento e a distribuição destes organismos (Gleason *et al.* 2004, 2005, 2006).

No Brasil, poucos foram os estudos ecológicos realizados com fungos zoospóricos, especialmente com quitridiomictos. Alguns táxons foram verificados em estudos de associação de fungos com diferentes tipos de folhas em decomposição (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, 1999, Moreira 2006). Antunes *et al.* (1993) avaliaram o efeito da queimada na micota zoospórica presente no meio, incluindo espécies de Chytridiomycota. Estudos para avaliar a influência dos fatores abióticos na ocorrência desses fungos foram realizados em áreas com diferentes níveis de impactação, demonstrando que a poluição, orgânica ou inorgânica,

afeta a diversidade destes organismos, predominando em ambientes poluídos apenas as espécies mais resistentes (Pires-Zottarelli 1999, Silva 2002, Rocha 2004).

Considerando-se a necessidade de estudos que correlacionem a ocorrência e distribuição de quitridiomycetos com os fatores abióticos que atuam no meio e, principalmente, a inexistência do conhecimento, tanto taxonômico, quanto ecológico, deste grupo de fungos no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo, o presente trabalho foi conduzido.

### **Material e Métodos**

O Parque Estadual da Serra da Cantareira (23°32'36"S e 46°37'59"W), com cerca de 7.916 ha, está localizado no extremo norte do município de São Paulo. A vegetação existente no local é típica de Floresta Atlântica, situada numa região altamente urbanizada, representada por enorme diversidade de espécies da fauna e flora, abrigadas em uma área de proteção ambiental em bom estado de conservação. O Parque foi declarado como parte da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo em função de sua importância à regulação do clima, estabilização do solo, conservação de mananciais e de espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção (Secretaria do Meio Ambiente 2003).

Quatro núcleos compreendem o Parque, Pedra Grande, Engordador, Águas Claras e Cabuçu. Dentre estes, o Núcleo Engordador, implementado através de uma parceria entre o Instituto Florestal e Furnas Elétricas, foi o local escolhido para a realização deste estudo devido à presença de grande quantidade de corpos d'água em seu interior (Secretaria do Meio Ambiente 2003). Dentre as várias trilhas existentes neste Núcleo, apenas duas foram selecionadas para a demarcação dos pontos de amostragem (Figuras 1-7), por serem aquelas com maior quantidade de corpos d'água.



Figuras 1-7. Aspecto geral dos pontos de coleta de amostras de água e solo no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo. Fotos 1-6. A.A. Spielmann. Foto 7. I.P.R Cunha.

Na primeira trilha, conhecida como “trilha das cachoeiras”, quatro pontos foram demarcados, sendo os pontos 1, 3 e 4, muito semelhantes e, caracterizados pela presença de quedas d’água com um grande volume nos períodos de cheia e praticamente ausentes nos períodos de estiagem. Os pontos estão localizados em áreas de mata muito densa e, por isso recebem pouca incidência de raios solares. Suas margens apresentam solos arenosos, geralmente úmidos e, cobertos com uma grande quantidade de matéria orgânica vegetal em decomposição. O ponto 2 se trata de um estreito córrego com água corrente nos períodos de cheia e, geralmente parada nos períodos de estiagem, inclusive apresentando alguns pontos de seca em sua extensão e, com muita matéria orgânica vegetal no fundo. Assim como os demais pontos desta trilha, este também está localizado em uma área de mata fechada que recebe pouca iluminação solar. Em sua margem se encontram solos arenosos, geralmente úmidos e, cobertos por muita matéria orgânica vegetal em decomposição. Numa tentativa de se selecionar diferentes locais de amostragem com corpos d’água com diferentes fisionomias, os pontos 5 e 6, foram demarcados fora das trilhas que se encontram no núcleo. O ponto 5, demarcado em uma Represa, um ambiente lântico, se trata de uma área aberta, portanto com uma intensa incidência de raios solares, com solo marginal bastante arenoso, pouco úmido e, com pouca serrapilheira. O ponto 6, demarcado em um pequeno lago artificial e, com uma grande quantidade de plantas aquáticas em seu interior, apresenta em sua margem solos muito arenosos e secos e, cobertos por gramíneas. Assim como o ponto anterior, por estar localizado em uma área aberta, se trata de um local com bastante incidência de raios solares. O ponto 7 foi demarcado em um pequeno córrego de águas rasas com bastante matéria orgânica no fundo e, solo marginal argiloso, sempre muito úmido e, coberto por matéria orgânica vegetal, localizado na “Trilha do Macuco”, uma área de mata bastante densa e, com pouca incidência de raios solares.

Para a caracterização abiótica dos pontos selecionados, foram mensurados temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg/L) e condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) da água e, temperatura (°C), pH e umidade (%) do solo. Os teores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, foram mensurados, em campo, com auxílio do aparelho U-10, da marca HORIBA. No solo, os

valores de temperatura foram determinados utilizando-se termômetro MULTI DIGITAL de solo, a 15 cm de profundidade, com escala de -50°C a 150°C. O pH no solo, por sua vez, foi mensurado em laboratório segundo metodologia descrita em Gazarini (1983) *apud* Pires-Zottarelli (1999), consistindo na dissolução de 10g de solo em 25mL de água destilada e, após a decantação da suspensão, a leitura foi realizada utilizando-se o pHmetro pHep<sup>®</sup> 3, da marca HANNA instrumentos e, a umidade do solo com o auxílio de um determinador de umidade da marca MARTE. Deve ser ressaltado que as mensurações foram realizadas no período da manhã e, em horários aproximados ao longo do período de estudo.

A metodologia empregada para o isolamento dos quitridiomycetos foi realizada a partir de duas técnicas descritas em Milanez (1989). A primeira consistiu em amostragem, realizada mensalmente de junho/2005 a junho/2006, de água e solo nos pontos selecionados, com subsequente iscagem múltipla, em laboratório, com substratos celulósicos (semente de sorgo, epiderme de cebola, palha de milho, grãos de pólen, celofane), quitinosos (exoesqueleto de camarão) e queratinosos (ecdise de cobra, cabelo loiro de crianças). A segunda técnica foi realizada em campo por meio da submersão de frutos de maçã (*Malus* sp.) acondicionados em recipientes plásticos, que permaneceram, por um período de três a quatro semanas, mergulhados nos corpos d'água dos pontos escolhidos.

Após o isolamento e preservação, os quitridiomycetos foram identificados, descritos, comentados e ilustrados. Os trabalhos de Sparrow (1960) e Karling (1977), além de outros contendo descrições originais, constituíram a literatura básica utilizada para a identificação dos isolados obtidos.

Para o tratamento matemático dos dados, a frequência de ocorrência (Lobo & Leighton 1986 *apud* Pires-Zottarelli 1999), expressa em porcentagem, foi calculada para cada táxon identificado com base no número de meses ou pontos amostrados e o número de vezes em que o táxon foi encontrado no decorrer do estudo, sendo considerados constantes quando a frequência foi maior que 50%, comuns quando maior que 10% e menor que 50% e, raras quando os valores se apresentaram

menores que 10%. A análise de componentes principais (ACP) foi realizada a partir dos dados bióticos e abióticos mensurados durante as coletas, utilizando-se matrizes de covariância, com os dados transformados pelo logaritmo  $[\log(x + 1)]$ . Para esta análise, foram utilizados os programas estatísticos FITOPAC (Shepherd, 1996) para a transformação dos dados e, PC-ORD, versão 3.0, para Windows (McCune & Mefford 1997). Os dados foram analisados em conjunto para a realização da correlação das variáveis abióticas com a ocorrência e distribuição dos táxons de Chytridiomycota isolados.

Para não haver distorção dos resultados, do total de táxons encontrados no local, apenas aqueles que apresentaram o maior número de ocorrência, foram selecionados para a correlação com os fatores abióticos mensurados através da análise de componentes principais (ACP). A ocorrência foi calculada com base na presença ou ausência de uma determinada espécie em cada amostra coletada, independente da quantidade de substratos por ela colonizada e, os fatores abióticos consistiram dos valores médios mensurados durante o período de estudo.

## **Resultados e Discussão**

A partir da observação de 182 amostras (91 de água e 91 de solo) coletadas durante o período de estudo, 438 isolamentos de Chytridiomycota foram realizados e destes, 214 ocorreram na água (49%) e, 224 no solo (51%). Os isolados foram agrupados em 16 gêneros, totalizando-se, 29 táxons onde, 06 são novas ocorrências para o Brasil e, 01 espécie é mencionada pela primeira vez para o estado de São Paulo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Táxons isolados em amostras de água e solo coletadas de junho/2005 a junho/2006 no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo. Classificação segundo Hawksworth *et al.* (1995) e Kirk *et al.* (2001).

---

CHYTRIDIOMYCOTA

CHYTRIDIOMYCETES

Blastocladales

Blastocladiaceae

*Blastocladia* Reinsch

1. *Blastocladia pringsheimii* Reinsch

Catenariaceae

*Catenaria* Sorokin

2. *Catenaria* sp. 1

*Catenophlyctis* Karling

3. *C. variabilis* (Karling) Karling

Chytridiales

Chytridiaceae

*Chytriumyces* Karling

4. *C. appendiculatus* Karling

5. *C. aureus* Karling

6. *C. hyalinus* Karling

7. *C. spinosus* Fay

*Phlyctochytrium* Schröeter

8. *P. aureliae* Ajello

*Rhizophydium* Schenk

9. *R. elyensis* Sparrow

10. *R. macroporosum* Karling\*

11. *R. stipitatum* Sparrow

*Septosperma* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell

12. *S. rhizophydii* Whiffen ex W.H. Blackw. & M.J. Powell

*Solutoparies* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell

13. *S. pythii* Whiffen ex Blackwell. & Powell\*

Cladochytriaceae

*Cladochytrium* Nowakowski

14. *C. replicatum* Karling

15. *C. tenue* Nowakowski

16. *C. setigerum* Karling\*

*Nowakowskiella* Schröeter 1893

17. *N. elegans* (Nowak.) Schroeter

18. *N. multispora* Karling

*Septochytrium* Berdan

19. *S. willoughbyi* Dogma\*\*

Endochytriaceae

*Diplophlyctis* Schröeter

20. *D. intestina* (Schenk) J. Schröt\*

21. *D. sarcoptoides* (H. E. Petersen) Dogma

*Entophlyctis* Fischer

22. *E. luteolus* Longcore

Spizellomycetales

Spizellomycetaceae

*Karlingia* Johanson

23. *K. granulata* Karling

24. *K. rosea* Karling

25. *K. asterocysta* Karling\*

26. *K. curvispinosa* Karling

27. *Karlingia* sp. 1

*Rhizophlyctis* Fischer

28. *R. chitinophila* Sparrow

*Rozella* Cornu

29. *R. chytriumycii* Karling\*

---

\* Primeiras ocorrências no Brasil

\*\* Primeira ocorrência no estado de São Paulo

Nas tabelas 2 e 3 constam a ocorrência e distribuição dos táxons isolados, respectivamente, nos meses de coleta de água e de solo durante o período de estudo. Segundo classificação de frequência (Lobo e Leighton 1986 *apud* Pires-Zottarelli 1999), do total de táxons ocorrentes na água, 05 são constantes, 10 táxons comuns e, 06 raros. Entre os táxons considerados constantes, *Chytrium appendiculatus* Karling e *C. aureus* Karling demonstraram a maior frequência (100%) e, por serem os menos frequentes (7,7%), *Blastocladia pringsheimii* Reinsch, *Catenaria* sp. 1, *Chytrium spinosus* Fay, *Karlingia curvispinosa* Karling, *K. granulata* Karling e, *Solutoparies pythii* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell, comporam o grupo de táxons raros. Dentre os táxons identificados em amostras de solo, 11 são constantes, 08 comuns e, 07 raros. *Karlingia granulata* Karling, *K. rosea* Karling e *Septochytrium willoughbyi* Dogma foram constantes, demonstrando a maior frequência (92,3%), enquanto *Chytrium aureus* Karling, *C. hyalinus*, *Karlingia asterocysta* Karling, *Karlingia* sp. 1, *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow e *Rozella chytriomycii* Karling, foram classificadas como raras por serem as menos frequentes (7,7%).

Ao longo do período de estudo, alguns táxons encontrados foram exclusivos em amostras de água ou de solo. *Chytrium spinosus* Fay e *Solutoparies pythii* ocorreram apenas na água, enquanto, *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, *Karlingia asterocysta* Karling, *Karlingia* sp. 1, *Rhizophyidium elyensis* Sparrow, *R. macroporosum* Karling, *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow, *Rozella chytriomycii* Karling e *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex W.H. Blackwell & M.J. Powell foram exclusivos de solo. Por outro lado, a grande maioria dos táxons que incluem, *Catenaria* sp. 1., *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling, *Chytrium appendiculatus*, *C. hyalinus* Karling, *C. aureus* Karling, *Cladochytrium replicatum* Karling, *C. setigerum* Karling, *C. tenue* Nowakowski, *Diplophlyctis sarcoptoides* (H.E. Petersen) Dogma, *D. intestina* (Shenk) J. Schröt, *Entophlyctis luteolus* Longcore, *Karlingia curvispinosa* Karling, *K. granulata* Karling, *K. rosea* Karling, *Nowakowskiella elegans* (Nowak) Schröeter, *N. multispora* Karling,

**Tabela 2.** Ocorrência de Chytridiomycota de amostras de água nos meses de coleta de junho/2005 a junho/2006 no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

<b>Táxons/meses de coleta</b>	<b>jun/05</b>	<b>jul/05</b>	<b>ago/05</b>	<b>set/05</b>	<b>out/05</b>	<b>nov/05</b>	<b>dez/05</b>	<b>jan/06</b>	<b>fev/06</b>	<b>mar/06</b>	<b>abr/06</b>	<b>mai/06</b>	<b>jun/06</b>	<b>Total</b>	<b>f(%)</b>
<i>Blastoclada pringsheimii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
<i>Catenaria</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	7,7
<i>Catenophlyctis variabilis</i>	0	2	2	1	3	2	0	2	1	1	4	2	1	21	84,6
<i>Chytriomycetes appendiculatus</i>	3	4	5	3	4	3	1	3	5	4	1	4	3	43	100
<i>Chytriomycetes aureus</i>	5	3	2	4	2	3	4	3	3	4	1	2	3	39	100
<i>Chytriomycetes hyalinus</i>	2	0	5	3	3	3	3	2	2	2	2	0	2	29	84,6
<i>Chytriomycetes spinosus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
<i>Cladochytrium replicatum</i>	2	2	1	1	0	3	5	1	3	2	0	2	5	27	84,6
<i>Cladochytrium setigerum</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	3	15,4
<i>Cladochytrium tenue</i>	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	23,1
<i>Diplophlyctis intestina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	15,4
<i>Diplophlyctis sarcoptoides</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	2	0	2	0	1	8	46,1
<i>Entophlyctis luteolus</i>	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	23,1
<i>Karlingia curvispinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	7,7
<i>Karlingia granulata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
<i>Karlingia rosea</i>	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	5	30,8
<i>Nowakowskiella elegans</i>	1	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	7	38,5
<i>Nowakowskiella multispora</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	5	30,8
<i>Rhizophydium stipitatum</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	15,4
<i>Septochytrium willoughbyi</i>	0	1	0	1	0	2	0	2	2	0	0	0	0	8	38,4
<i>Solutoparies pythii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7,7
<b>Nº Total de ocorrências</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>214</b>	
<b>Nº Total de táxons</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>		

**Tabela 3.** Ocorrência de Chytridiomycota de amostras de solo nos meses de coleta de junho/2005 a junho/2006 no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

Táxon/meses de coleta	jun/05	jul/05	ago/05	set/05	out/05	nov/05	dez/05	jan/06	fev/06	mar/06	abr/06	mai/06	jun/06	Total	f(%)
<i>Catenaria</i> sp. 1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	15,4
<i>Catenophlyctis variabilis</i>	2	0	3	2	1	1	0	2	1	1	1	1	0	15	76,9
<i>Chytriomycetes appendiculatus</i>	1	1	1	2	0	0	1	3	2	0	3	2	4	20	76,9
<i>Chytriomycetes aureus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
<i>Chytriomycetes hyalinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7,7
<i>Cladochytrium replicatum</i>	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	7	53,8
<i>Cladochytrium setigerum</i>	0	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	6	30,8
<i>Cladochytrium tenue</i>	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	6	46,1
<i>Diplophlyctis intestina</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	23,1
<i>Diplophlyctis sarcoptoides</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	4	38,8
<i>Entophlyctis luteolus</i>	4	2	1	4	0	1	3	4	3	4	0	3	0	29	76,9
<i>Karlingia asterocysta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
<i>Karlingia curvispinosa</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3	15,4
<i>Karlingia granulata</i>	6	2	3	3	4	1	1	4	2	4	0	3	1	34	92,3
<i>Karlingia rosea</i>	2	1	4	3	1	1	1	0	1	2	2	3	1	22	92,3
<i>Karlingia</i> sp. 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
<i>Nowakowskiella elegans</i>	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	7	46,1
<i>Nowakowskiella multispora</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	15,4
<i>Phlyctochytrium aureliae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	7,7
<i>Rhizophyidium elyensis</i>	0	0	2	0	2	0	0	1	3	1	0	2	3	14	53,8
<i>Rhizophyidium macroporosum</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3	23,1
<i>Rhizophyidium stipitatum</i>	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	30,8
<i>Rhizophlyctis chitinophyla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	7,7
<i>Rozella chytriomycii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,7
<i>Septochytrium willoughbyi</i>	2	4	4	1	2	2	2	2	1	1	1	2	0	24	92,3
<i>Septosperma rizophydii</i>	1	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	10	46,1
<b>Nº Total de ocorrências</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>224</b>	
<b>Nº Total de táxons</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>7</b>		

*Rhizophydium stipitatum* Sparrow e *Septochytrium willoughbyi* Dogma ocorreram tanto em amostras de água, quanto de solo. No entanto, *Catenaria* sp. 1, *Cladochytrium setigerum*, *C. tenue*, *Diplophlyctis intestina*, *Entophlyctis luteolus*, *Karlingia curvispinosa* Karling, *K. granulata*, *K. rosea*, *Rhizophydium stipitatum* e, *Septochytrium willoughbyi* foram mais frequentes no solo.

Alguns meses demonstraram uma maior representatividade quanto ao número de táxons e ocorrências. Observando-se o número de táxons isolados das amostras de água (tabela 2), junho/2005 foi o mês que mais se destacou, com 11 táxons e, abril/2006 o menos representativo, com 05. Com relação ao número de ocorrências, fevereiro/2006 apresentou o maior valor, com 21 isolamentos, enquanto que o menor foi observado em abril/2006 com 10 isolamentos. Nas amostras de solo (tabela 3), junho/2005 e agosto/2005 apresentaram o maior número de táxons, ambos com 14 espécies e, o menor número, 06 espécies, foi encontrado em abril/2006. Quanto ao número de ocorrências nestas amostras, junho/2005 e agosto/2005 apresentaram maior número, com 26 isolamentos, enquanto que o menor, 09 ocorrências, foi observado em abril/2006.

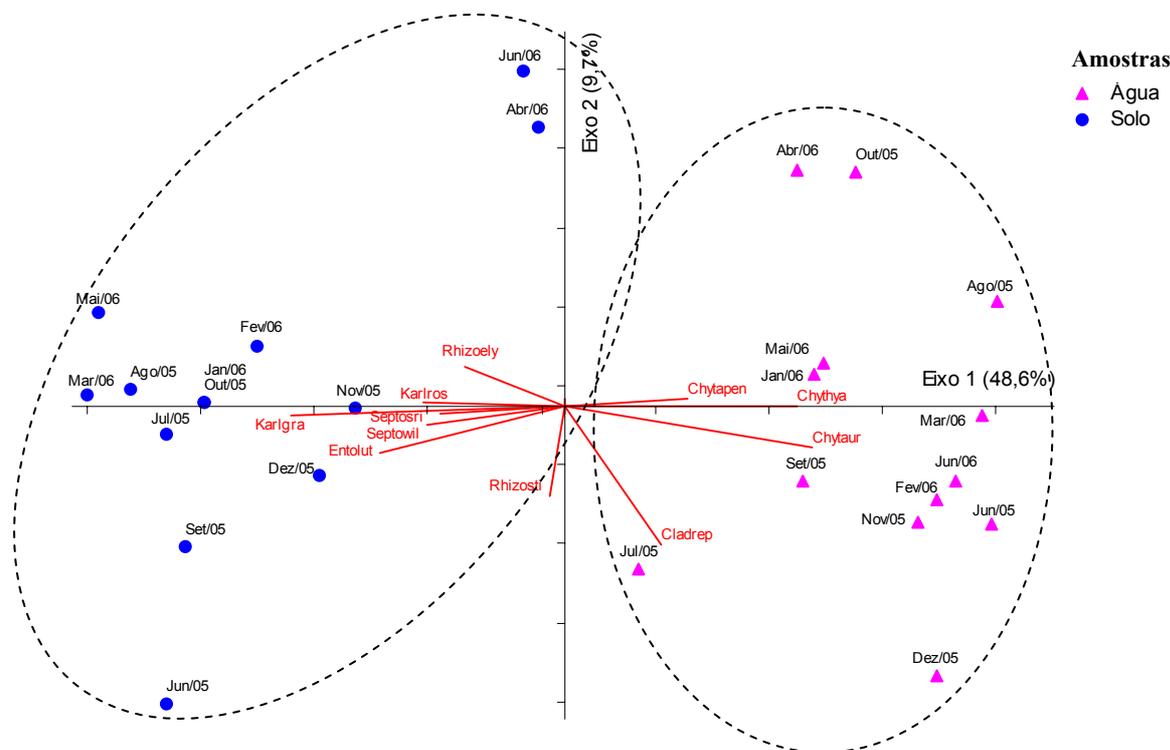
Utilizando-se a análise multivariada dos componentes principais (ACP), as principais tendências de variação na distribuição dos táxons nos meses de coleta de água e solo foram avaliadas com base no número de ocorrência destes táxons. Ressaltando que, para isto, dentre os 29 táxons identificados ao longo deste estudo, apenas os 14 táxons com maior número de ocorrência foram selecionados. A análise resumiu 58,8% da variabilidade total dos dados nos dois primeiros eixos (Tabela 4, Figura 8).

**Tabela 4.** Correlações dos valores médios de ocorrência dos quitridiomicetos, nos meses de coleta de água e solo, com os componentes principais 1 e 2.

Táxons	Códigos	Componentes Principais	
		1	2
<i>Catenophlyctis variabilis</i>	Catvaria	0.0106	0.1141
<i>Chytriomycetes apendiculatus</i>	Chytapen	<b>0.2403</b>	0.1498
<i>Chytriomycetes aureus</i>	Chytaur	<b>0.4397</b>	<b>-0.4023</b>
<i>Chytriomycetes hyalinus</i>	Chyhya	<b>0.3907</b>	0.0318
<i>Cladochytrium replicatum</i>	Cladrep	<b>0.2194</b>	<b>-0.5881</b>
<i>Diplophlyctis sarcoptoides</i>	Diplosar	0.0849	0.0287
<i>Entophlyctis luteolus</i>	Entolut	<b>-0.3595</b>	<b>-0.4124</b>
<i>Karlingia granulata</i>	Karlgra	<b>-0.4538</b>	-0.1997
<i>Karlingia rosea</i>	Karlros	<b>-0.2487</b>	0.0883
<i>Nowakowskiella elegans</i>	Nowaele	-0.0102	-0.1336
<i>Rhizophyidium elyensis</i>	Rhizoely	<b>-0.2005</b>	0.2813
<i>Rhizophyidium stipitatum</i>	Rhizosti	-0.0531	<b>-0.2832</b>
<i>Septochytrium willoughbyi</i>	Septowil	<b>-0.2552</b>	-0.2160
<i>Septosperma rizophydii</i>	Septosri	<b>-0.1887</b>	-0.1156
<b>Variabilidade explicada</b>		<b>48,6%</b>	<b>9,7%</b>

No eixo 1, com 48,6% de variabilidade, houve a nítida separação entre os meses de coleta de água e, de solo, ao longo do período de estudo, principalmente, em função dos maiores valores de ocorrência de *Chytriomycetes aureus* ( $r= 0,4397$ ), que apresentou correlação positiva com o eixo 1 e, *Karlingia granulata* ( $r= -0.4538$ ), com correlação negativa com este eixo. No lado positivo do eixo 1, encontram-se todos os meses de coleta de água, os quais foram associados, principalmente, aos maiores valores de ocorrência de *Chytriomycetes aureus* ( $r=0,4397$ ), *Chytriomycetes hyalinus* Karling ( $r=0,3907$ ), *C. apendiculatus* Karling ( $r= 0.2403$ ), *Cladochytrium replicatum* Karling ( $r= 0.2194$ ). Enquanto, no seu lado negativo, estão ordenadas todos os meses de coleta de solo que se associaram aos maiores valores de ocorrência de *K. granulata* ( $r=-4538$ ), *Entophlyctis luteolus* ( $r= -0.3595$ ), *Septochytrium willoughbyi* Dogma ( $r=-0.2552$ ), *K. rosea* Karling ( $r=-0.2487$ ), *Rhizophyidium elyensis* Sparrow ( $r=-0.2005$ ) e, *Septosperma rizophydii* ( $r=-0.1887$ ).

O eixo 2 apresentou baixa explicabilidade (9,7%), ordenando no seu lado negativo, os meses de coleta em função, principalmente, de *Cladochytrium replicatum* ( $r = -0.5881$ ), *Entophlyctis luteolus* ( $r = -0.4124$ ), *Chytriomycetes aureus* ( $r = -0.4023$ ) e *Rhizophyidium stipitatum* ( $r = -0.2832$ ).



**Figura 8.** Diagrama de ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) das unidades amostrais (meses de coleta de água e solo) durante o período de estudo. Códigos dos táxons na tabela 4.

Os resultados demonstram a tendência de ocorrência e distribuição de alguns táxons de Chytridiomycota em determinado compartimento, embora muitos tenham sido comuns nos dois compartimentos (água e solo), no presente estudo.

A ocorrência e a distribuição dos táxons isolados dos pontos de água e solo amostrados ao longo deste estudo são apresentadas na tabela 5. Considerando-se a ocorrência total em pontos de água e solo, *Chytriomycetes appendiculatus* Karling apresentou o maior valor de frequência (100%), ocorrendo em todos os pontos de coleta. Em contraste, *Blastoclada pringsheimii* Reinsh, *Chytriomycetes spinosus* Fay, *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, *Solutoparies pythii* Whiffen ex W.H.

Blackwell & M.J. Powell, *Karlingia asterocysta* Karling, *Karlingia* sp., *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow e *Rozella chytriomycii* Karling, foram os táxons que apresentaram menor frequência (7,1%), todos ocorrendo em um único ponto durante o período de estudo.

Com relação apenas aos pontos de água, *Chytriomyces appendiculatus*, *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling e, *Cladochytrium replicatum* Karling apresentaram 100% de frequência e, no solo, *C. appendiculatus*, *Karlingia granulata* Karling, *K. rosea* Karling e *Rhizophyidium elyensis* Sparrow. Verificou-se um maior número de táxons (13) no ponto 5, enquanto que o ponto 4 apresentou o menor número (08). Quanto ao número de ocorrências, o ponto 2 foi o que mais se destacou, com 40 isolamentos e, o ponto 4 o menos representativo, com 26 ocorrências. Entre os pontos de solo, no ponto 5 foi encontrado o maior número de táxons (16) e, os pontos 4 e 7, foram os menos representativos, com 10 táxons. Analisando o número de ocorrências, o ponto 5 apresentou a maior quantidade, com 42 isolamentos e, o ponto 4 o menor número, com 22 isolamentos.

Na tabela 5, observa-se que alguns táxons estiveram presentes tanto em amostras de água, quanto de solo do mesmo ponto amostrado. São estes: *Catenaria* sp. 1. (ponto 6), *Catenophlyctis variabilis* (pontos 2, 3, 5 e 6), *Chytriomyces appendiculatus* (pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7), *C. hyalinus* (ponto 1), *C. aureus* Karling (ponto 6), *Cladochytrium replicatum* Karling (ponto 1, 3 e 5), *C. setigerum* Karling (ponto 5), *C. tenue* Nowakowski (pontos 2, 5 e 7), *Diplophlyctis sarcoptoides* (H.E. Petersen) Dogma (ponto 5), *D. intestina* (Shenk) J. Schröt (ponto 5), *Entophlyctis luteolus* Longcore (pontos 2, 5 e 7), *Karlingia curvispinosa* Karling, *Rhizophyidium stipitatum* Sparrow (ponto 1) e *Septochytrium willoughbyi* Dogma (pontos 1, 3, 4, 5 e 7), demonstrando a não especificidade ao compartimento.

**Tabela 5.** Ocorrência de Chytridiomycota em amostras de água(A) e solo(S) coletadas nos pontos de junho/2005 a junho/2006 no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

TÁXONS/ PONTOS	Pontos de água							Pontos de solo							TOTAL GERAL	F TOTAL(%)				
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Total	F (%)	S1	S2	S3	S4	S5			S6	S7	Total	F (%)
<i>Blastocladia pringsheimii</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	14,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,1
<i>Catenaria</i> sp. 1	0	0	0	0	0	1	0	1	14,3	0	0	1	0	0	1	0	2	28,6	3	21,4
<i>Catenophlyctis variabilis</i>	3	5	5	4	1	2	1	21	100	0	2	1	0	4	8	0	15	57,1	36	78,6
<i>Chytrium apendiculatus</i>	2	7	6	2	8	8	10	43	100	3	4	3	2	4	3	1	20	100	63	100
<i>Chytrium hyalinus</i>	8	6	5	6	4	0	0	29	71,4	1	0	0	0	0	0	0	1	14,3	30	42,9
<i>Chytrium aureus</i>	7	12	6	10	4	0	0	39	71,4	0	0	0	0	0	1	0	1	14,3	40	42,9
<i>Chytrium spinosus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	14,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,1
<i>Cladochytrium replicatum</i>	4	4	4	1	3	5	6	27	100	1	0	1	0	5	0	0	7	42,8	34	71,4
<i>Cladochytrium setigerum</i>	0	0	0	0	1	2	0	3	28,6	1	0	1	0	4	0	0	6	42,5	9	35,7
<i>Cladochytrium tenue</i>	1	1	0	0	1	0	1	4	57,1	0	1	0	0	1	0	4	6	42,8	10	50
<i>Diplophlyctis intestina</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	14,3	0	0	0	0	3	0	0	3	14,3	5	14,3
<i>Diplophlyctis sarcoptoides</i>	0	0	0	0	4	4	0	8	28,6	0	0	0	0	4	0	0	4	14,3	12	21,4
<i>Entophlyctis luteolus</i>	0	1	0	0	1	0	2	4	42,8	4	5	8	4	1	0	7	29	85,7	33	64,3
<i>Karlingia asterocysta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	14,3	1	7,1
<i>Karlingia curvispinosa</i>	0	0	0	0	0	1	1	2	28,6	0	1	1	0	0	1	0	3	42,8	5	35,7
<i>Karlingia granulata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	14,3	3	6	9	3	2	2	9	34	100	35	57,1
<i>Karlingia rosea</i>	0	1	1	0	2	1	0	5	57,1	3	2	1	1	6	7	2	22	100	27	78,6
<i>Karlingia</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	14,3	1	7,1
<i>Nowakowskiella elegans</i>	0	2	1	1	2	1	0	7	71,4	2	0	0	0	3	1	1	7	57,1	14	64,3
<i>Nowakowskiella multispora</i>	1	0	1	0	0	2	1	5	57,1	1	0	0	0	1	0	1	3	42,8	8	50
<i>Phlyctochytrium aureliae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	14,3	1	7,1
<i>Rhizophydium elyensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	2	1	1	1	14	100	14	50
<i>Rhizophydium macroporosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3	28,6	3	14,3
<i>Rhizophydium stipitatum</i>	1	1	0	0	0	0	0	2	28,6	2	0	0	1	1	1	0	5	57,1	7	42,9
<i>Rhizophyctis chitinopilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	14,3	1	7,1
<i>Rozella chytriomycii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	14,3	1	7,1
<i>Septochytrium willoughbyi</i>	1	0	2	1	1	0	3	8	71,4	8	4	2	3	1	0	6	24	85,7	32	78,6
<i>Septosperma rhizophydii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4	0	1	2	10	85,7	10	42,9
<i>Solutoparies pythii</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	14,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,1
<b>Nº de ocorrências</b>	29	40	31	26	34	27	27	214		33	31	32	22	42	30	34	224		438	
<b>Nº de táxons</b>	10	10	9	8	13	10	10	21		13	11	13	10	16	13	10	26		29	

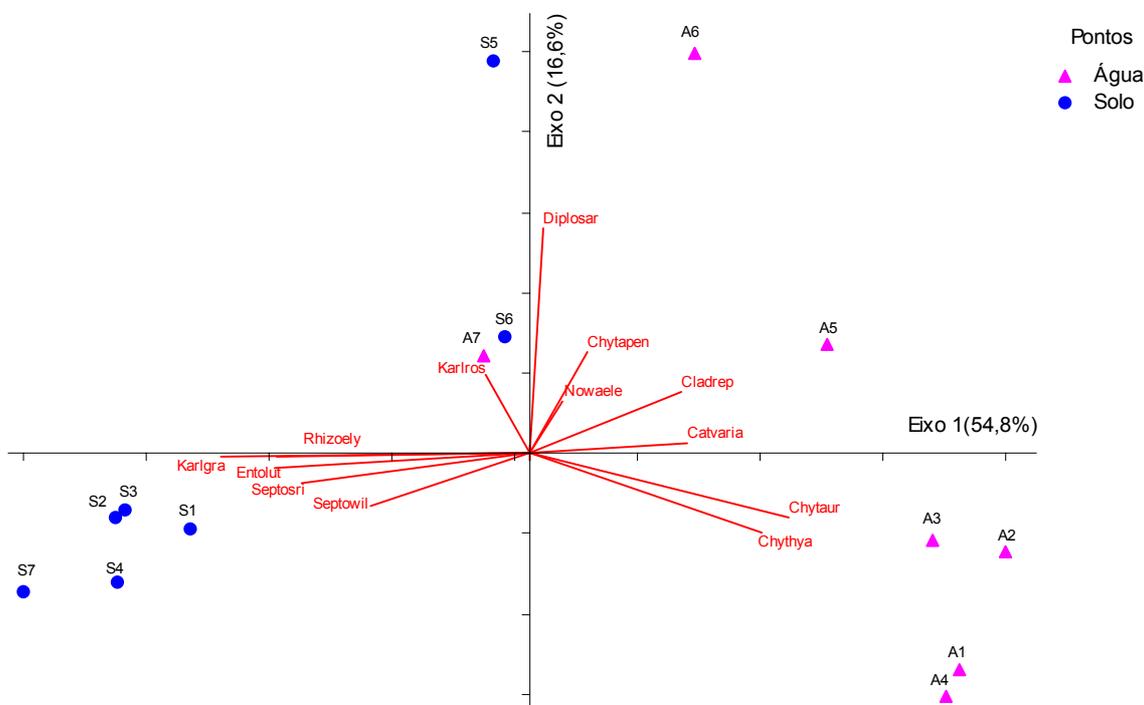
Com base no número de ocorrências dos táxons de Chytridiomycota encontrados nos pontos de água e solo amostrados durante o período de estudo, as principais tendências de variação na distribuição destes organismos foram avaliadas através da análise multivariada de componentes principais (ACP). A análise resumiu 71,4% da variabilidade total dos dados em seus dois primeiros eixos (Tabela 6, Figura 9)

**Tabela 6.** Correlações dos valores médios de ocorrência dos quitridiomicetos, nos pontos de coleta de água e solo, com os componentes principais 1 e 2.

Táxons	Códigos	Componentes Principais	
		1	2
<i>Catenophlyctis variabilis</i>	Catvaria	0.2467	0.1159
<i>Chytriomycetes apendiculatus</i>	Chytapen	0.1061	0.2552
<i>Chytriomycetes aureus</i>	Chytaur	<b>0.4582</b>	-0.4195
<i>Chytriomycetes hyalinus</i>	Chyhya	<b>0.3833</b>	-0.4105
<i>Cladochytrium replicatum</i>	Cladrep	0.2555	0.2961
<i>Diplophlyctis sarcoptoides</i>	Diplosar	0.0719	<b>0.5058</b>
<i>Entophlyctis luteolus</i>	Entolut	<b>-0.3616</b>	-0.1672
<i>Karlingia granulata</i>	Karlgra	<b>-0.4258</b>	-0.0834
<i>Karlingia rosea</i>	Karlros	-0.1182	0.2831
<i>Nowakowskiella elegans</i>	Nowaele	0.0777	0.1751
<i>Rhizophyidium elyensis</i>	Rhizoely	-0.2556	0.1848
<i>Rhizophyidium stipitatum</i>	Rhizosti	-0.0078	0.1819
<i>Septochytrium willoughbyi</i>	Septowil	-0.2388	-0.2512
<i>Septosperma rizophydii</i>	Septosri	-0.2148	-0.1461
<b>Variabilidade explicada</b>		<b>54,8%</b>	<b>16,6%</b>

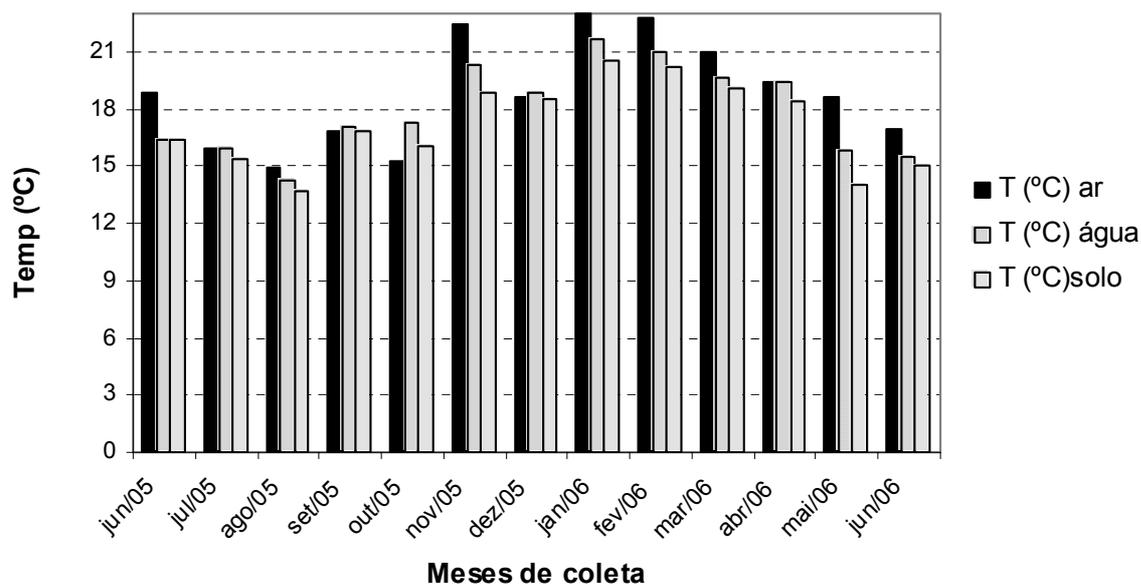
No eixo 1, com 54,8% de variabilidade, houve a separação entre pontos de coleta de água e, de solo, que foram ordenados em função dos maiores valores de ocorrência de *Chytriomycetes aureus* ( $r= 0.4582$ ) e, *C. hyalinus* ( $r= 0,3833$ ) na água, com correlação positiva e, *Karlingia granulata* ( $r= -0.4258$ ) e *Entophlyctis luteolus* ( $r= -0.3616$ ), no solo, com correlação negativa com este eixo.

O eixo 2, com explicabilidade de 16,6%, ordenou em seu lado positivo as unidades amostrais A6, A7, S5 e S6, em função, principalmente, dos maiores valores de ocorrência de *Diplophlyctis sarcoptoides* ( $r= 0.5058$ ).



**Figura 9.** Diagrama de ordenação pela ACP (eixos 1 e 2) das unidades amostrais (pontos de coleta de água e solo) durante o período de estudo. Códigos dos táxons na tabela 6.

Na figura 10 estão representadas as variações nas médias de temperatura do ar, da água e do solo observadas ao longo dos meses amostrados. As flutuações na temperatura da água e do solo foram acompanhadas pelas variações de temperatura do ar. Os maiores valores médios foram observados no período de novembro/2005 a abril/2006, considerados os meses mais quentes do período de coleta, com uma pequena queda em dezembro, provavelmente devido ao grande volume de chuvas que ocorreram neste mês. A temperatura do solo foi frequentemente mais baixa que a da água ao longo do estudo.

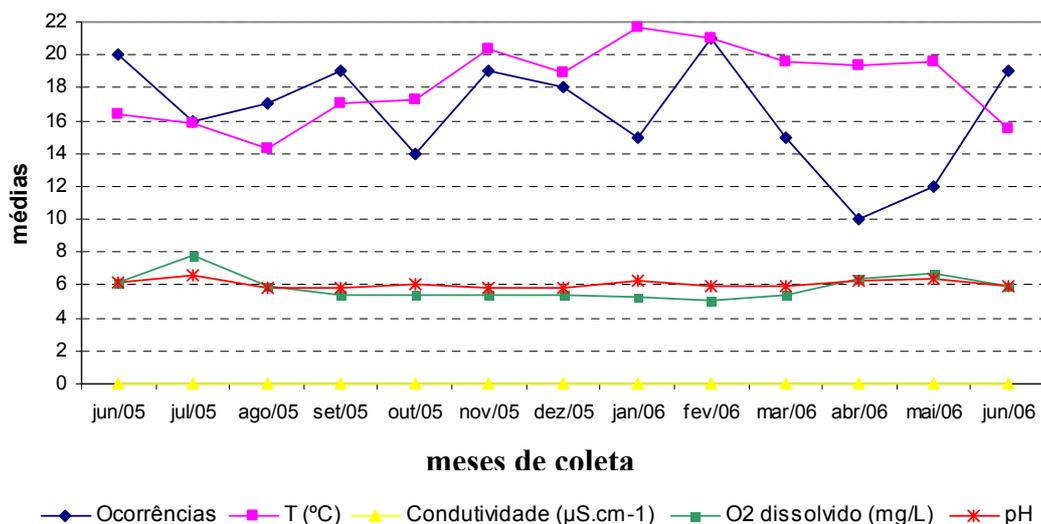


**Figura 10.** Valores médios de temperatura no ar, água e solo mensurados nos meses de coleta, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

Na tabela 7 são apresentados os valores médios e desvio padrão para todos os fatores abióticos mensurados durante os meses de amostragem de água e, de solo. Considerando-se os valores médios, variação de 14,3 a 21,6°C foi observada na temperatura da água mensurada nos meses do período de coleta, com agosto/2006 apresentando o menor valor (14,3°C) e, janeiro/2006, o mais alto (21,6°C), sem médias altas durante todo o período de amostragem. De acordo com a figura 11, observa-se que em agosto/2006, quando a temperatura caiu, o número de ocorrência aumentou, enquanto que em janeiro/2006, quando a temperatura aumentou, o número de ocorrência diminuiu bruscamente. Porém, analisando o mês de setembro/2006, observa-se que as ocorrências aumentaram junto com a temperatura.

**Tabela 7.** Variáveis mensuradas nos pontos de coleta de água e de solo, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de

Meses/Variáveis	ÁGUA				SOLO		
	Temperatura (°C)	Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	Oxigênio dissolvido ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	pH	Temperatura (° C)	pH	Umidade
<b>Junho/05</b>	16,4±2	0,02±0	6,1±1	6,2±0	16,4±3	5,2±0,5	26,5±12
<b>Julho/05</b>	15,9±1	0,03±0	7,8±2	6,6±1	15,4±1	5,2±0,5	30,2±10
<b>Agosto/05</b>	14,3±2	0,02±0	5,9±0,4	5,8±0,4	13,7±1	5,3±1	25,5±10
<b>Setembro/05</b>	17±1	0,02±0	5,4±0	5,8±0,4	16,8±1	4,7±1	30,8±11
<b>Outubro/05</b>	17,3±1	0,03±0	5,4±1	6±0	16±1	5,1±0	36,4±12
<b>Novembro/05</b>	20,3±3	0,02±0	5,4±0,5	5,8±0,4	18,9±3	5,4±1	34,4±9
<b>Dezembro/05</b>	18,9±1	0,02±0	5,3±0,5	5,8±0	18,5±2	4,5±1	33,6±9
<b>Janeiro/06</b>	21,6±2	0,02±0	5,3±1	6,3±0	20,5±2	4,8±1	28,8±7
<b>Fevereiro/06</b>	21±2	0,02±0	5,1±1	6±0,4	20,2±1	5,7±0,5	40,3±10
<b>Março/06</b>	19,6±1	0,03±0	5,4±0,5	6±0,4	19,1±2	5,9±1	34±8
<b>Abril/06</b>	19,4±2	0,03±0	6,4±1	6,3±0	18,4±2	6,7±1	30,8±9
<b>Mai/06</b>	15,8±2,5	0,02±0	6,7±0,5	6,4±0,5	14±1	5,9±1	27,3±9
<b>Junho/06</b>	15,5±1	0,03±0	6,2±0,5	6±0	15±2	5,6±1	26,4±6



**Figura 11.** Variação temporal dos valores médios dos fatores abióticos mensurados na água nos meses de coleta, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

O pH mensurado na água apresentou pequena variação (5,8 a 6,6), nos meses amostrados, sendo o menor valor (5,8) encontrado nos meses de agosto/2005, setembro/2005, novembro/2005 e dezembro/2005, enquanto o mês de julho/2005 atingiu o mais alto valor de pH (6,6). De acordo com a figura 11, em setembro/2005 o pH se manteve estável em relação ao mês anterior, ocorrendo, simultaneamente, um aumento no número de ocorrências. Porém em outubro/2005, houve um pequeno aumento no valor do pH que foi acompanhado por uma diminuição significativa no número de ocorrências no mês. A queda mais significativa no valor deste fator foi observada no mês de agosto/2005, onde ocorreu um aumento no número de ocorrências.

A condutividade elétrica da água durante os meses de estudo, variou pouco, apresentando uma faixa de flutuação, de 0,02 a 0,03  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  e, por isso, não foi discutida com relação à ocorrência e distribuição dos fungos.

Os teores de oxigênio dissolvido ( $\text{O}_2$ ) mensurados na água durante os meses de coleta variaram de 5,1 a 7,8 mg/L, considerada uma boa taxa de oxigenação. O valor mínimo foi encontrado no mês de fevereiro/2006 e, o máximo em Julho/2005. De acordo com a figura 11, em fevereiro/2006 houve uma discreta diminuição no valor de oxigênio dissolvido das amostras,

ocorrendo um aumento no número de ocorrência, no entanto, em Julho/2005, enquanto foi observado um aumento no teor de oxigênio dissolvido, o número de ocorrências diminuiu. Porém avaliando as coletas nos meses de setembro/2005, outubro/2005 e novembro/2005, embora o valor de oxigênio tenha sido o mesmo para os três, observou-se que o número de ocorrências diminuiu em outubro/2005 e, voltou a aumentar em novembro/2005, se igualando a encontrada em setembro/2005.

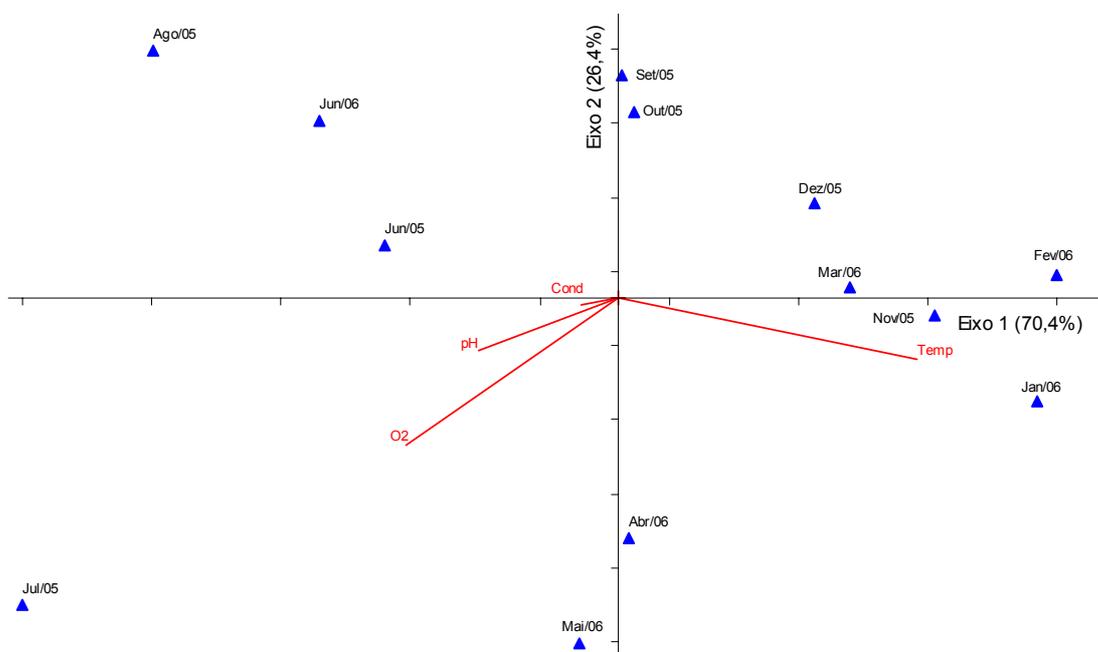
A análise de componentes principais foi realizada a partir das médias dos fatores abióticos mensurados nos meses de coleta de água durante o período de estudo e, resumiu 96,8% em seus dois primeiros eixos (Tabela 8, Figura 12)

**Tabela 8.** Correlações das variáveis abióticas, nos meses de coleta de água, com os componentes principais 1 e 2.

Variáveis abióticas	Códigos	Componentes Principais	
		1	2
Temperatura	Temp	<b>0.7994</b>	<b>-0.5996</b>
Condutividade elétrica	Cond	-0.0114	-0.0085
Oxigênio dissolvido	O <sub>2</sub>	<b>-0.5706</b>	<b>-0.7772</b>
pH	pH	-0.1878	-0.1907
<b>Variabilidade explicada</b>		<b>70,4 %</b>	<b>26,4%</b>

O primeiro eixo, com 70,4% de explicabilidade, representou a separação dos meses em função, principalmente, dos maiores valores de temperatura ( $r=0.7994$ ) que apresentou correlação positiva com o eixo 1 e, maiores valores de oxigênio dissolvido ( $r=-0.5706$ ) com correlação negativa com este eixo. No lado positivo deste componente, janeiro/2006 e, fevereiro/2006 associaram-se aos maiores valores de temperatura, enquanto no lado negativo, julho/2005 com os menores valores de temperatura e maiores valores de oxigênio.

No eixo 2 (26,4%), todas as variáveis apresentaram correlação negativa, sendo que janeiro/2006 se associou aos maiores valores de temperatura e, menores valores de O<sub>2</sub>, enquanto julho/2005 apresentou os mais altos valores de pH e O<sub>2</sub> e, menores valores de temperatura.

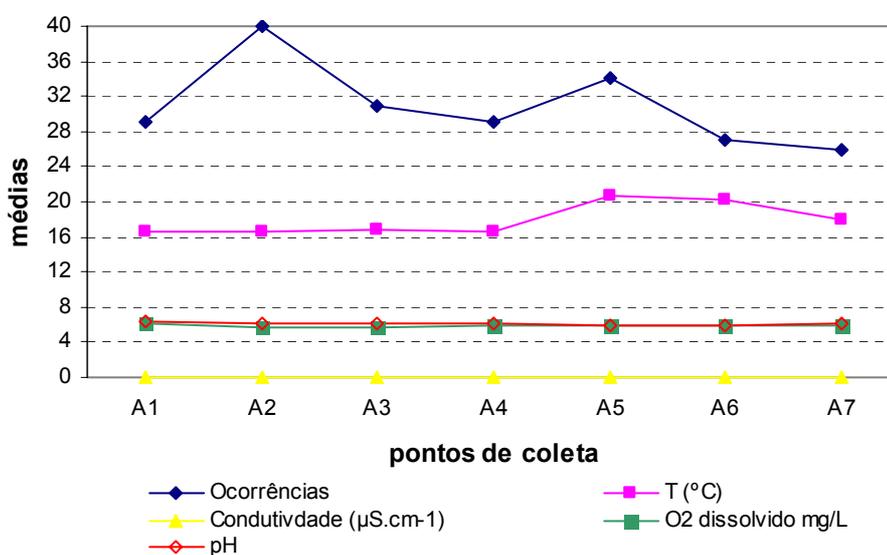


**Figura 12.** Biplot da ACP (eixos 1 e 2) das unidades amostrais (meses de coleta de água) durante o período de estudo. Códigos dos táxons na tabela 8.

Com relação aos pontos, a flutuação verificada para a temperatura da água foi de 16,5 a 20,8 °C, sendo o ponto 2 o local onde a temperatura esteve mais baixa, com 16,5°C e, o ponto 5 onde este fator alcançou o valor máximo observado, que foi de 20,8°C (tabela 9). Observa-se na figura 13, que no ponto 2, houve uma ligeira queda na temperatura e, um considerável aumento na ocorrência dos isolados. Porém, no ponto 3, houve um ligeiro aumento na temperatura e uma brusca queda no número de ocorrências. No ponto 5, o aumento na temperatura foi bem mais evidente e, este aumento foi acompanhado pelo número de ocorrências. No ponto 7, houve uma queda, tanto no valor da temperatura, quanto no número de ocorrências.

**Tabela 9.** Valores médios e desvio padrão dos fatores abióticos mensurados nos pontos de água amostrados, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

Pontos/ Fatores	Temperatura(° C)	Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	Oxigênio	
			dissolvido ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	pH
A1	16,7 $\pm$ 2	0,03 $\pm$ 0	6,1 $\pm$ 0,4	6,3 $\pm$ 0,2
A2	16,5 $\pm$ 2	0,02 $\pm$ 0	5,7 $\pm$ 0,4	6,1 $\pm$ 0,4
A3	16,7 $\pm$ 2	0,02 $\pm$ 0	5,7 $\pm$ 0,5	6,1 $\pm$ 0
A4	16,7 $\pm$ 2	0,02 $\pm$ 0	5,9 $\pm$ 1,1	6,1 $\pm$ 0,5
A5	20,8 $\pm$ 3	0,02 $\pm$ 0	6,0 $\pm$ 1	5,9 $\pm$ 0,5
A6	20,2 $\pm$ 2	0,02 $\pm$ 0	5,8 $\pm$ 2	5,8 $\pm$ 2
A7	17,9 $\pm$ 2	0,03 $\pm$ 0	5,9 $\pm$ 1	6,1 $\pm$ 1



**Figura 13.** Variação temporal dos valores médios dos fatores abióticos mensurados nos pontos de amostras de água, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

Nos pontos, os valores de oxigênio da água variaram de 5,7 a 6,1 mg/L, sendo o mais baixo apresentado nos pontos 2 e 3 e, o mais alto no ponto 1. Analisando a figura 13, observa-se que no ponto 2, enquanto houve uma discreta diminuição no teor de oxigênio dissolvido das amostras, o número de ocorrências aumentou significativamente. Enquanto, no ponto 3, apesar da estabilidade

do teor de oxigênio dissolvido em relação ao ponto 2, o número de ocorrências foi muito menor neste ponto. No entanto, no ponto 6, houve uma ligeira queda no valor de oxigênio que foi acompanhado pela diminuição no número de ocorrências.

Nos pontos amostrados, a faixa de variação de pH foi de 5,8 a 6,3, com o valor mínimo para o ponto 6 e, o máximo para o ponto 1 (tabela 9). Quanto ao número de ocorrência, apesar de haver diferença nos valores de pH, observou-se que os pontos de coleta 6 e 1 apresentaram valores muito próximos com, respectivamente, 30 e 33 ocorrências (tabela 5). De acordo com a figura 13, no ponto 2 o pH diminuiu, enquanto as ocorrências aumentaram. Porém, no ponto 3, quando também houve uma queda no valor desse fator, o número de isolados diminuiu. Como observado no ponto 6, houve um discreto aumento no pH com uma redução no número de ocorrências.

A análise de componentes principais (ACP) foi realizada com base nos valores médios dos fatores abióticos mensurados nos pontos de coleta de água durante o período de estudo. A análise resumiu, em seus dois primeiros eixos, 98 % da variabilidade total dos seus dados (Tabela 10, Figura 14).

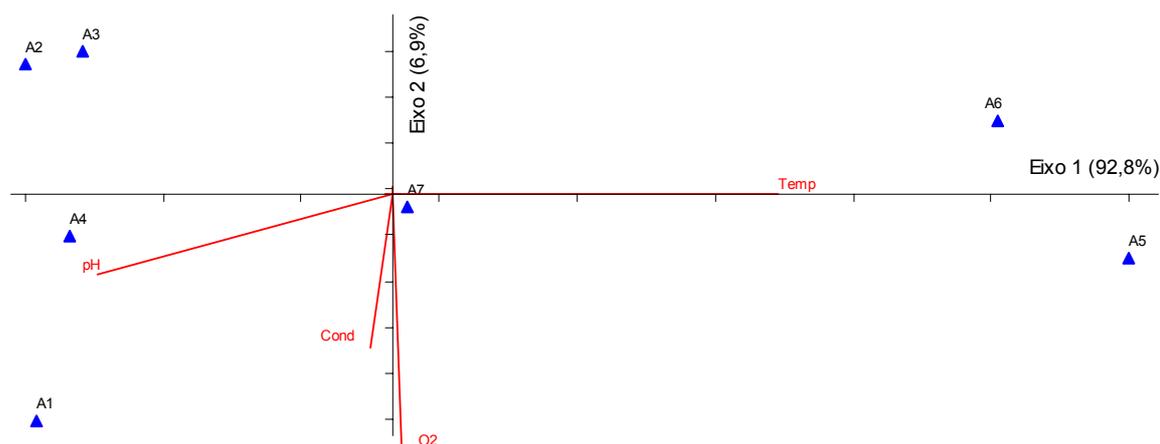
**Tabela 10.** Correlações das variáveis abióticas, nos pontos de coleta de água, com os componentes principais 1 e 2.

Variáveis abióticas	Códigos	Componentes Principais	
		1	2
Temperatura	Temp	<b>0.9700</b>	-0.0727
Condutividade elétrica	Cond	-0.0122	-0.1161
Oxigênio dissolvido	O <sub>2</sub>	<b>0.0464</b>	<b>-0.8771</b>
pH	pH	-0.2385	<b>-0.4604</b>
Variabilidade explicada		92,8	6,9

No eixo 1, que apresentou 92,8% de variabilidade dos dados, houve a separação dos pontos em função dos maiores valores de temperatura ( $r= 0.9700$ ), que demonstrou uma alta correlação positiva com este eixo. No lado positivo deste componente, foram ordenadas as unidades amostrais

A6 e A5, que apresentaram, principalmente, os maiores valores de temperatura e, os pontos A1, A2, A3 e A4, no lado negativo, com os menores valores de temperatura e maiores valores de pH.

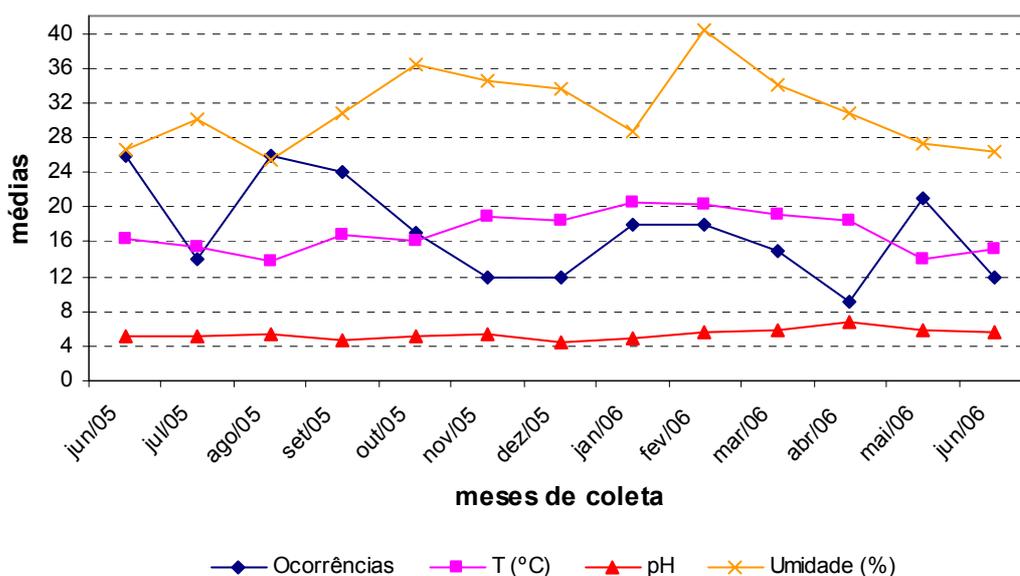
O eixo 2, com 6,9% de explicabilidade, associou, principalmente, em seu lado negativo, o ponto A1, com maiores valores de oxigênio dissolvido e pH.



**Figura 14.** Biplot da ACP (eixos 1 e 2) das unidades amostrais (pontos de coleta de água) durante o período de estudo. Códigos das variáveis abióticas na tabela 10

Os valores de média e desvio padrão para todos fatores abióticos mensurados nos meses de amostragens de solo são apresentados na tabela 7. A temperatura média do solo nos meses de coleta variou de 13,7 a 20,5°C, sem médias altas durante o período de coleta. Os meses que apresentaram as menores médias foram representados por agosto/2006, com 13,7°C e, maio/2006, com 14°C e, o valor máximo foi observado em janeiro/2006 (20,5 °C). Analisando a figura 15, observa-se que houve um aumento no número de ocorrências em agosto/2006 e em maio/2006, meses de mais baixas temperaturas. Porém, em janeiro/2006, a temperatura aumentou concomitantemente com o número de ocorrências e, em março/2006, enquanto houve uma ligeira queda no valor da temperatura, o número de ocorrências também diminuiu.

O pH no solo, com relação aos meses, apresentou flutuações de 4,5 a 6,7 (tabela 7). Segundo Malavolta *et al.* (1976) *apud* Pires-Zottarelli (1999), solos brasileiros com pH abaixo de 5 apresentam acidez elevada, de 5-5,9 acidez média e, de 6-6,9 acidez fraca. Dessa forma, as amostras coletadas neste estudo apresentaram uma acidez de fraca a elevada. Os meses de pH mais ácido foram dezembro/2005 com 4,5, setembro/2005 com 4,7 e, janeiro/2006 com 4,8, que apresentaram, respectivamente, 12, 24 e 18 ocorrências. Abril/2006 com pH 6,7, foi o que esteve mais próximo de alcançar um pH neutro, e dentre todos os meses amostrados, este foi o que apresentou o menor número de ocorrências, com apenas 9 isolamentos observados (tabela 5). Analisando a figura 15, apesar de apresentar um pH (5,2) com valor semelhante ao do mês anterior, Julho/2005 demonstrou uma queda significativa no número de ocorrências. Em agosto/2005, o pH apresentou um discreto aumento que foi acompanhado por um considerável aumento no número de ocorrências. Porém em setembro/2005, enquanto o pH caiu, saindo de uma acidez média do mês anterior, para uma acidez elevada neste mês, o número de ocorrências também diminuiu. Em maio/2006, enquanto houve uma queda no valor do pH, o número de isolados aumentou significativamente. No entanto, em abril/2006, observa-se que ocorreu um aumento no valor do pH com uma diminuição no número de ocorrências dos isolados.



**Figura 15.** Variação temporal dos valores médios dos fatores abióticos mensurados nos meses de coleta de solo, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

Entre todos os fatores mensurados, a umidade do solo, foi a que apresentou os maiores níveis de flutuação, variando de 25,5 a 40,3 % nos meses de coleta (tabela 7). Dentre estes, agosto/2006 apresentou o menor teor observado (25,5%), enquanto fevereiro/2006 representou o valor mais alto (40,3%). Analisando a figura 15, em agosto/2005 observa-se, nitidamente, que enquanto o teor de umidade diminuiu, o número de ocorrências aumentou consideravelmente. O mesmo ocorreu em maio/2006, onde mesmo com a diminuição do teor de umidade, houve um aumento nas ocorrências. Em fevereiro/2006, embora tenha havido um significativo aumento na umidade, o número de ocorrências neste mês foi semelhante ao do mês anterior. Porém em março/2006 e abril/2006, a diminuição nos teores de umidade das amostras também foi acompanhada por uma diminuição no número de ocorrências dos isolados encontrados.

A análise de componentes principais foi utilizada para avaliar as principais tendências de variação na distribuição dos fatores abióticos mensurados nos meses de coleta de solo ao longo do período de estudo, com base nos valores médios dos fatores. A análise resumiu 85,9% da variabilidade total dos dados em seus dois primeiros eixos (Tabela 11, Figura 16).

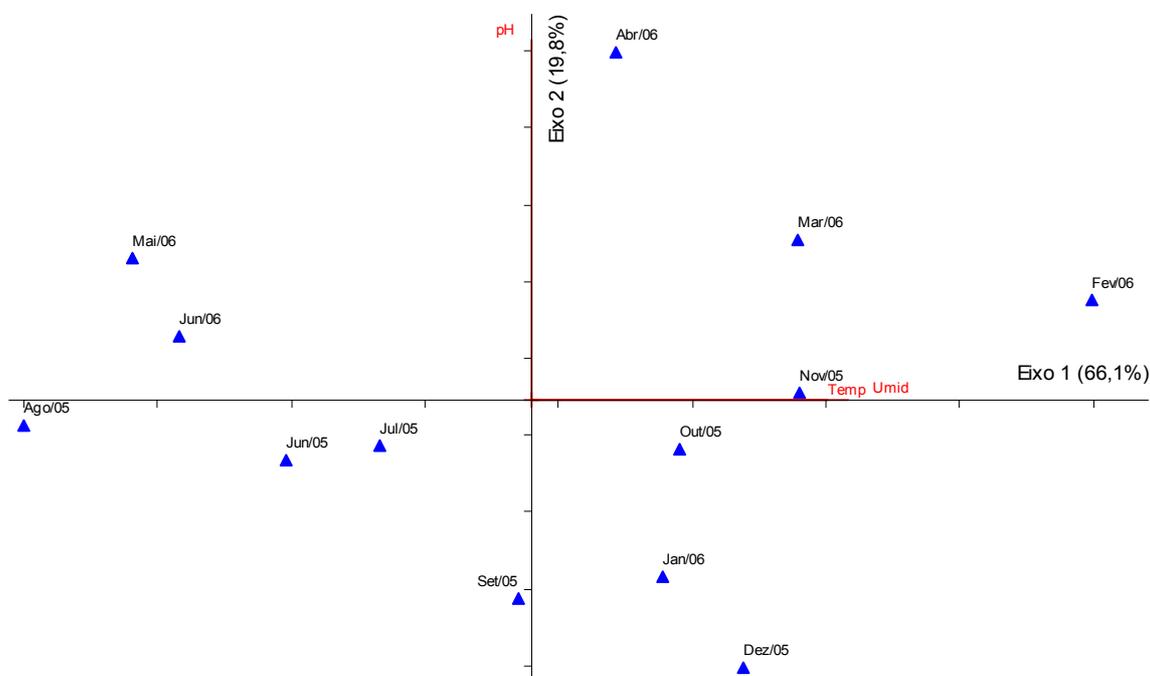
**Tabela 11.** Correlações das variáveis abióticas, nos meses de coleta de solo, com os componentes principais 1 e 2.

Variáveis abióticas	Códigos	Componentes Principais	
		1	2
Temperatura	Temp	<b>0.6749</b>	-0.0519
pH	pH	-0.0108	<b>0.9967</b>
Umidade	Umid	<b>0.7378</b>	0.0621
<b>Variabilidade explicada</b>		<b>66,1</b>	<b>19,8</b>

No eixo 1, com 66,1% de variabilidade dos dados, ocorreu a separação dos meses em função dos maiores valores de temperatura ( $r= 0.6749$ ) e, umidade ( $r= 0.7378$ ), ambos apresentando

correlação positiva com este eixo. Fevereiro/2006 foi ordenado no lado positivo deste componente, associando-se aos maiores valores de umidade e, de temperatura. No entanto, em seu lado negativo, foram associados os meses com os menores valores de umidade e temperatura, especialmente agosto/2005.

No eixo 2, com explicabilidade de 19,8%, os meses foram ordenados em função dos maiores valores de pH ( $r=0.9967$ ) que apresentou uma alta correlação positiva com este eixo. No lado positivo, principalmente, abril/2006 se associou aos maiores valores de pH, enquanto, no lado negativo, dezembro/2005 e, setembro/2005 apresentaram os menores valores.



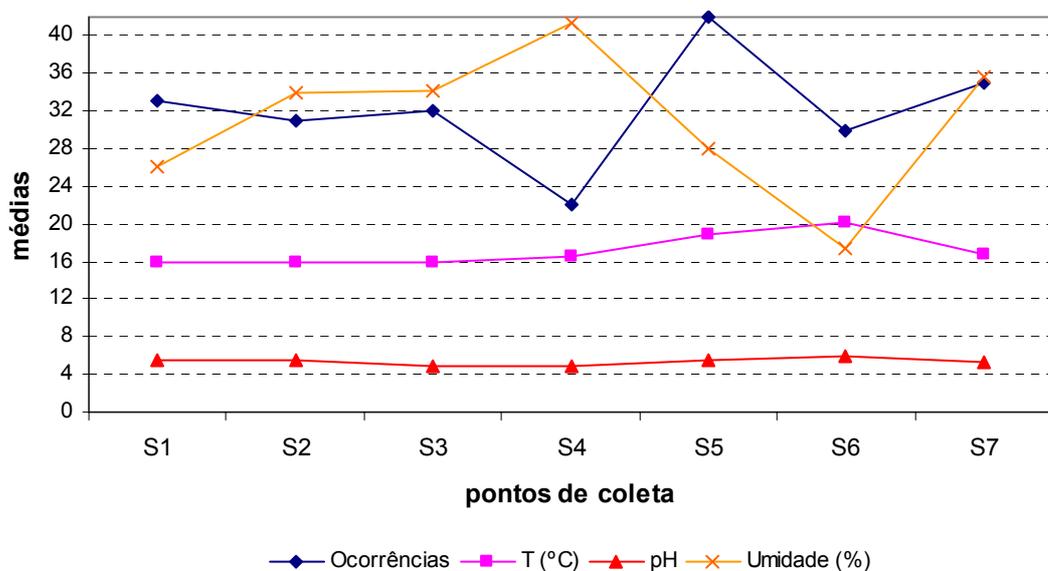
**Figura 16.** Diagrama de ordenação da ACP (eixo 1 e 2) das unidades amostrais (meses de coleta de solo) durante o período de estudo. Códigos dos táxons na tabela 11.

Com relação aos pontos (tabela 12), a temperatura no solo variou de 15,8 a 20,2°C, onde o ponto 3, localizado em uma área de mata fechada, apresentou o menor valor, com temperatura de 15,8°C, enquanto o ponto 6, local com grande incidência de raios solares, apresentou a média mais elevada, com 20,2°C (ver caracterização dos pontos de coleta). Apesar disso, a ocorrência das

espécies nos dois pontos parece não ter sofrido influência desse fator, uma vez que, embora com valores diferentes, ambos apresentaram números de ocorrências muito próximos com, respectivamente, 32 e 30 isolamentos (tabela 5). Analisando a figura 17, no ponto 4, enquanto a temperatura aumentou, o número de ocorrências diminuiu bruscamente. Por outro lado, no ponto 5, quando esse fator apresentou um ligeiro aumento, as ocorrências também apresentaram um aumento consideravelmente elevado, atingindo o maior valor durante o período de estudo. Já no ponto 7, enquanto a temperatura caiu, o número de ocorrências aumentou.

**Tabela 12.** Valores médios e desvio padrão dos fatores abióticos mensurados nos pontos de solo amostrados, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

Pontos/ Fatores	Temperatura(° C)	pH	Umidade(%)
S1	16,1±2	5,5±1	26±5
S2	16±2	5,4±1	34±8
S3	15,8±2	4,8±1	34,1±7
S4	16,4±2	4,9±1	41,3±10
S5	18,8±3	5,6±1	28±6
S6	20,2±3	6±1	17,5±8
S7	16,8±3	5,4±1	35,6±5



**Figura 17.** Variação temporal dos valores médios dos fatores abióticos mensurados nos pontos de coleta de amostras de solo, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

A faixa de variação apresentada para o pH no solo foi de 4,8 a 6 (tabela 12). Dentre os pontos amostrados, o ponto 3 apresentou acidez elevada, com 4,8 e, o ponto 6 uma acidez fraca, com pH 6. No entanto, isso parece não ter influenciado a ocorrência dos isolados, já que ambos apresentaram valores muito próximos com, respectivamente 32 e 30 isolamentos (tabela 5). De acordo com a figura 17, no ponto 2, observa-se uma ligeira queda no pH, que foi acompanhada por uma diminuição no número de ocorrências. No entanto, enquanto no ponto 3 também houve uma queda no valor do pH, o número de ocorrências aumentou. Porém, no ponto 6, o pH aumentou e o número de ocorrências diminuiu significativamente.

Os teores de umidade encontrados no solo variaram de 17,5 a 41,3% nos pontos de coleta (tabela 12), tendo sido o fator com maior flutuação durante o período de estudo. O ponto 6, local de solos arenosos e com muita incidência solar, alcançou o valor mínimo de umidade (17,5%), enquanto que o ponto 4, uma área de mata fechada, com solos úmidos e argilosos, apresentou o maior valor (41,3%) (ver caracterização dos pontos de amostragem). Observando-se a figura 17, no ponto 6 foi observada uma queda significativa no teor de umidade, que também foi acompanhada por uma diminuição no número de ocorrências. Em contrapartida, o ponto 7 apresentou um considerável aumento na umidade, que foi concomitante com o aumento no número de ocorrências. No ponto 4, à medida que houve o aumento no valor de umidade, o mais alto durante o período de estudo, o número de ocorrências encontrado diminuiu, sendo este o mais baixo entre todos os pontos.

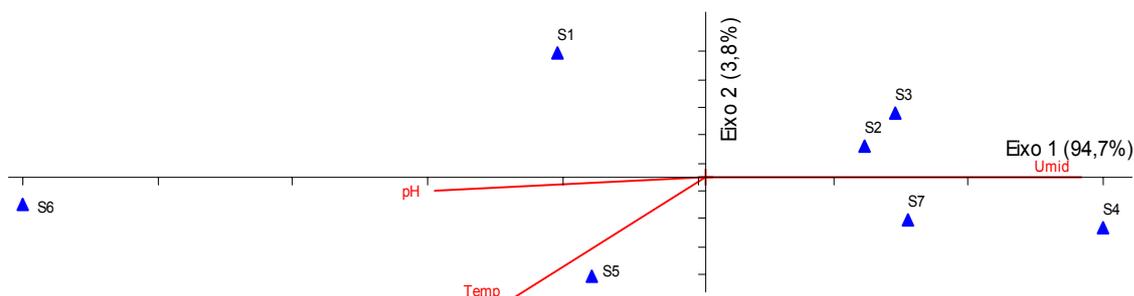
As principais tendências de variação dos fatores abióticos mensurados nos pontos de coleta de solo durante o período de estudo, foram avaliadas através da análise dos componentes principais, com base nos valores médios desses fatores. A análise resumiu 98,8% da variabilidade total dos dados em seus dois primeiros eixos (Tabela 13, Figura 18).

No eixo 1, que apresentou 94,7% de variabilidade dos dados, os pontos foram distribuídos em função, principalmente, dos maiores valores de umidade ( $r= 0.9510$ ), que demonstrou alta correlação positiva com este eixo. No lado positivo, S4 se destacou por se associar aos maiores

valores de umidade e, baixos valores de temperatura e pH, enquanto no lado negativo deste eixo, S6 foi o que apresentou os maiores valores de pH e temperatura e, o menor valor de umidade.

**Tabela 13.** Correlações das variáveis abióticas, nos pontos de coleta de solo, com os componentes principais 1 e 2.

Variáveis abióticas	Códigos	Componentes Principais	
		1	2
Temperatura	Temp	-0.2465	<b>-0.9372</b>
pH	pH	-0.1869	-0.2041
Umidade	Umid	<b>0.9510</b>	-0.2830
<b>Variabilidade explicada</b>		<b>94,7</b>	<b>3,8</b>



**Figura 18.** Diagrama de ordenação da ACP (eixos 1 e 2) das unidades amostrais nos pontos de coleta de solo durante o período de estudo. Códigos das variáveis abióticas na tabela 13.

Atualmente, pouco se conhece sobre a ecologia desses fungos e, o que se sabe, é que, em alguns casos, um único fator ambiental não é suficiente para explicar a dinâmica de ocorrência das quitrídias na natureza (Ibelings *et al.* 2003). Pires-Zottarelli (1999) avaliou a influência de vários fatores na ocorrência de fungos zoospóricos, incluindo quitridiomycetos, em duas áreas com diferentes níveis de impactação e, verificou que o conjunto de fatores abióticos mensurados não foi

preponderante para a ocorrência e distribuição desses fungos que demonstraram grande diversidade nas duas áreas amostradas. Contudo, estudo comparado realizado por Rocha (2004) em dois lagos com diferentes níveis de eutrofização, revelou que alguns fatores abióticos influenciaram na ocorrência e distribuição desses organismos, que apresentaram preferência por ambientes menos poluídos. Silva (2002) verificou que as características abióticas não foram preponderantes na ocorrência e distribuição dos fungos isolados em áreas de igarapés.

Ao longo deste estudo, a temperatura da água e do solo apresentou padrões de flutuação bastante semelhantes nos meses e pontos amostrados e, neste caso, esse fator não interferiu, pelo menos isoladamente, na ocorrência dos espécimes, uma vez que o número de ocorrências variou independente do valor de temperatura observado. Grande parte dos estudos ecológicos com quitridiomycetos tem abordado, principalmente, o papel exercido pela temperatura na ocorrência e desenvolvimento desses organismos. Em ambientes aquáticos, estudos de parasitismo em fitoplâncton verificaram uma maior ocorrência de epidemias de quitrídias em períodos de baixas temperaturas, no entanto, outros fatores também podem ter sido preponderantes (Ibelings *et al.* 2003). No solo, a temperatura pode apresentar grandes flutuações, influenciando diretamente na velocidade dos processos fisiológicos da biota e, afetando os processos físico-químicos que ocorrem neste compartimento (Gleason *et al.* 2005). Esses fungos são capazes de suportar tais variações através da formação de esporos de resistência, que podem germinar quando as condições ambientais voltam a ser favoráveis (Sparrow 1960). A formação dessas estruturas se trata, portanto, de um mecanismo de sobrevivência (Gleason *et al.* 2004, 2005). Estudo de comparação de crescimento de quitridiomycetos de solo em diferentes temperaturas foi realizado por Gleason *et al.* (2005), que verificaram que muitas espécies não sobreviveram em temperaturas acima de 35°C, apesar de algumas poucas espécies apresentarem a capacidade de crescimento a 37 e 40°C e, diferentes partes do ciclo de vida das quitrídias apresentam uma reação diferente à temperatura (Gleason *et al.* 2005). Segundo Sparrow (1968), entre os vários fatores abióticos que atuam em um meio, a temperatura exerce uma grande influência na ocorrência dos fungos em geral. Dix & Webster (1995) relatam

que a grande maioria dos fungos aquáticos cresce em temperaturas em torno de 5-35°C e, dependendo da espécie, com temperatura ótima entre 20 e 25°C.

Os resultados observados no presente estudo não confirmam a possibilidade do pH ter interferido na ocorrência dos espécimes encontrados. Para Sparrow (1968) avaliar as respostas destes organismos às mudanças de pH em condições ambientais não é fácil, visto que essas respostas também dependem de outros fatores que atuam no meio em que eles vivem e, a razão para se encontrar fungos zoospóricos em ambientes ácidos, seja a capacidade que algumas espécies possuem de se desenvolver em meios sob essas condições, o que pode ser uma vantagem competitiva para estes organismos. Cooke & Rayner (1984) verificaram que alguns táxons desenvolvem-se melhor em condições um pouco ácidas, mais comumente em pH entre 5-7. Ao realizar estudo com estes organismos, Schoenlein-Crusius (1993) observou que à medida que o pH se eleva, o número de espécies diminui. Estudos com fungos zoospóricos demonstraram que esse fator pode causar grandes efeitos na atividade dos seus zoósporos, no seu desenvolvimento micelial e na sua reprodução (Dix & Webster 1995). Dick (1963) também não descarta a influência do pH sobre algumas espécies de fungos zoospóricos, mas acredita que quando outros fatores são enfocados, a interpretação pode ser modificada.

Os valores de condutividade elétrica da água, verificados durante o período de estudo, apresentaram uma variação muito pequena e, portanto, não foram significativos para se afirmar se esse fator influenciou ou não na ocorrência dos espécimes. A condutividade elétrica da água está relacionada com as concentrações de íons presentes e quanto maior a concentração iônica, maior será a condutividade do meio e, poucos estudos ecológicos enfatizam a importância deste fator na ocorrência e distribuição dos fungos zoospóricos (Esteves 1988).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos (Esteves 1988). Neste estudo, a ocorrência dos isolados não foi diretamente influenciada pela quantidade de oxigênio dissolvido na água, sendo que, o nível de oxigenação variou muito pouco durante o período de amostragem, sendo o ambiente estudado

considerado bem oxigenado. A importância da presença do oxigênio para os fungos zoospóricos é, aparentemente, variada (Sparrow 1968). Estudos com este grupo de fungos demonstram que eles podem ser encontrados em diferentes faixas de concentração, sendo que certas espécies são mais tolerantes a baixas concentrações do que algumas estritamente aeróbias que não sobrevivem em ambientes com alto grau de poluição e pouco oxigênio, enquanto outras espécies são obrigatoriamente anaeróbias (Dix & Webster 1995). Byrne & Jones (1972) *apud* Gareth Jones (1974) relataram que a poluição e a baixa oxigenação em ambientes aquáticos diminuem o número de ocorrências de fungos zoospóricos. Schoenlein-Crusius (1993) reconheceu que ambientes bem oxigenados favoreceram a ocorrência da micota aquática isolada durante seu estudo, concordando com Misra (1982) que considerou que águas bem oxigenadas geralmente apresentam grande ocorrência de espécies de fungos zoospóricos.

A umidade do solo representa uma importante variável na limnologia, fornecendo informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema, como sobre os fenômenos importantes que ocorrem na sua bacia de drenagem. Ela é capaz de influenciar na ocorrência das quitrídias no solo, sendo considerado um fator determinante para a distribuição e atividade dos fungos em geral (Cooke & Rayner 1984, Gleason *et al.* 2005). O valor ótimo depende dos tipos de solo, teor de argila, grupos de microorganismos, tipos de vegetação, entre outros (Tsai 1992), porém, quando há um aumento do teor de umidade, ocorre um aumento no número de colônias e, quando esta é muito elevada, há uma diminuição no número de fungos, pois a maioria é estritamente aeróbia (Robinson 1967 *apud* Pires-Zottarelli 1999). No entanto, mesmo com teores de umidade excessivamente baixos, os fungos zoospóricos são capazes de sobreviver nessas condições sob a forma de estruturas de resistência (Sparrow 1960). Pires-Zottarelli (1999), estudando fungos zoospóricos em ambientes com diferentes níveis de impactação, observou que o teor de umidade variou de 3,65 a 68,29% e, algumas espécies apresentaram maior ocorrência em solos com baixo teor de umidade. Os resultados encontrados neste estudo não demonstraram a influência direta deste fator na ocorrência dos quitridiomicetos encontrados.

## Ocorrência de Chytridiomycota nos substratos

Considerando-se que um mesmo táxon pode ocorrer em mais de um tipo de substrato, inclusive em uma mesma amostra que foi submetida ao processo de iscagem múltipla, o número de ocorrências nos substratos foi calculado com base na quantidade de vezes que os táxons apareceram colonizando os diferentes tipos de substratos utilizados. Sendo assim, 457 ocorrências foram observadas, distribuídas entre substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos (tabela 14) em todos os pontos amostrados.

A maior frequência ocorreu em substratos celulósicos (56,2%) e, entre estes, epiderme de cebola, foi o que mais se destacou, com 39,2 % de frequência. Representando o único substrato quitinoso utilizado no processo de iscagem múltipla, exoesqueleto de camarão apresentou 12,5% de frequência. Entre os substratos queratinosos, apenas ecdise de cobra foi colonizada por quitridiomicetos, onde foi observada 31,3% de frequência dos isolados encontrados.

Rocha (2002), ao isolar fungos zoospóricos utilizando substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos, observou que os espécimes de Chytridiomycota foram mais frequentes nos substratos celulósicos, sendo epiderme de cebola a isca que apresentou maior número de isolados.

**Tabela 14.** Ocorrência de Chytridiomycota em substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos nos pontos de coleta de água e solo, de junho/2005 a junho/2006, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

Substratos	Pontos de Água e Solo							Total	F (%)
	1	2	3	4	5	6	7		
Epiderme de cebola	26	25	34	17	32	11	34	179	39,2
Palha de milho	5	12	9	3	6	7	3	45	9,8
Celofane	1	2	4	4	7	4	11	33	7,2
Grão de pólen	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>Total celulósicos</b>	<b>32</b>	<b>39</b>	<b>47</b>	<b>24</b>	<b>45</b>	<b>22</b>	<b>48</b>	<b>257</b>	<b>56,2</b>
Exoesqueleto de camarão	19	30	23	15	27	17	12	143	31,3
<b>Total quitinosos</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>143</b>	<b>31,3</b>
Ecdise de cobra	10	9	9	6	10	11	2	57	12,5
Cabelo	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>Total queratinosos</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>57</b>	<b>12,5</b>
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>45</b>	<b>82</b>	<b>50</b>	<b>62</b>	<b>457</b>	

Dentre os 29 táxons identificados, três não apresentaram ocorrência nos substratos celulósicos, quitinosos ou queratinosos, *Solutoparies pythii* Whiffen ex Blackwell. & Powell, *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex R.L. Seymour e, *Rozella chytriomycii* Karling, os quais apresentaram comportamento parasítico. Neste estudo, *Solutoparies pythii* ocorreu parasitando *Pythium* sp., concordando com Whiffen (1942). Embora, *Septosperma rhizophydii* tenha sido aqui observada como parasita em *Entophlyctis luteolus* Longcore e *Rhizophyidium* sp., vários outros hospedeiros são citados em literatura para esta espécie, como *Rhizophyidium macrosporum* Karling, *Rhizophyidium*. spp., *Rhizidium richmondense* e *Rhizophlyctis* sp., *Rhizidiomyces apophysatus* Zopf e, *Rhizophyidium macrosporum* Karling, o que demonstra que esta espécie não apresenta especificidade ao hospedeiro (Whiffen 1942, Willoughby 1965, Seymour 1971). Apesar de várias tentativas de inoculação, sem sucesso, em outras espécies de quitrídias, Karling (1946a) descreveu *Rozella chytriomycii*, citando *Chytriomycetes hyalinus* Karling como hospedeiro. No entanto, neste estudo, a espécie ocorreu parasitando *Chytriomycetes appendiculatus* Karling, que é mencionado, pela primeira vez, como seu hospedeiro.

No presente trabalho, algumas espécies foram exclusivas em substratos celulósicos, quitinosos ou queratinosos (Tabela 15). Porém, comparações com estudos anteriores a este, revelaram a ocorrência desses mesmos táxons em diferentes tipos de substratos, enquanto outros concordaram com essa ocorrência restrita (ver comentários das espécies no capítulo 1). *Chytriomycetes spinosus* Fay, *Cladochytrium replicatum* Karling, *C. tenue* Nowakowski, *C. setigerum* Karling, *Diplophlyctis intestina* (Schenk) Schröeter, *Nowakowskiella elegans* (Nowak.) Schroeter, *N. multispora* Karling, *Septochytrium willoughbyi* Dogma, *Entophlyctis luteolus* Longcore, *Karlingia granulata* Karling e, *K. rosea* Karling ocorreram apenas em substratos celulósicos. *Cladochytrium replicatum* Karling apresentou crescimento saprofítico em epiderme de cebola e palha de milho. Karling (1931) observou esta espécie ocorrendo como parasita de várias plantas aquáticas e, Pires-Zottarelli (1990, 1999), mencionou seu crescimento saprofítico em palha de milho e celofane. *Diplophlyctis intestina* ocorreu apenas em epiderme de cebola, porém esta

espécie foi originalmente descrita por A. Schenk, ocorrendo saprofiticamente como um fraco parasita em *Nitella flexilis* (L.) Ag (Sparrow 1960). *Nowakowskiella elegans*, neste estudo, ocorreu em epiderme de cebola e palha de milho e, Pires- Zottarelli (1999) além destes substratos, ainda cita seu crescimento em celofane, não discordando do comportamento celulolítico desta espécie. Os isolados de *Nowakowskiella multispora* apresentaram crescimento em epiderme de cebola e celofone, concordando com Karling (1964). Porém, Pires-Zottarelli (1999) e, Rocha & Pires-Zottarelli (2002), também citam seu crescimento em substrato celulósico (palha de milho). Os espécimes de *E. luteolus* neste estudo ocorreram em epiderme de cebola e palha de milho, concordando com Longcore (1995), que também cita sua ocorrência em substrato celulósico (epiderme de cebola). Dados em literatura demonstram a possível especificidade de *Karlingia granulata* com substratos celulósicos, pois assim como neste estudo, a espécie apresentou crescimento em epiderme de cebola e palha de milho nos estudos realizados por Karling (1947a), Dogma (1974c), Silva (2002) e, no estudo de Rocha & Pires-Zottarelli (2002), além de palha de milho, celofane é mencionado para esta espécie.

Dentre os táxons encontrados no presente estudo, *Chytrium aureus* Karling, *Chytrium hyalinus* Karling, *Diplophlyctis sarcoptoides* (H. E. Petersen) Dogma, *Karlingia asterocysta* Karling, *Karlingia curvispinosa* Karling e, *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow, ocorreram apenas em substrato quitinoso (exoesqueleto de camarão) e, embora *C. aureus* e *C. hyalinus* também tenham sido isolados apenas neste tipo de substrato por Karling (1945b), Rocha e Pires-Zottarelli (2002) e, Rocha (2004), Sparrow (1960) ainda cita sua ocorrência em epiderme de cebola, demonstrando que o comportamento celulolítico também pode ser apresentado por estas espécies. *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow foi descrito por Sparrow (1960), Lyra & Milanez (1974), Pires-Zottarelli (1990) e Rocha e Pires-Zottarelli (2002), assim como neste estudo, colonizando apenas exoesqueleto de camarão. O crescimento restrito a este tipo de substrato também foi observado nos espécimes de *Diplophlyctis sarcoptoides* (H.E. Petersen) Dogma encontrados por Dogma (1974d), Pires-Zottarelli (1990,1999), Rocha & Pires-Zottarelli (2002) e

Rocha (2002). *Karlingia asterocysta* e *K. curvispinosa* foram descritas originalmente por Karling (1949) ocorrendo somente em substratos quitinosos. Murray & Lovett (1966) estudaram os requerimentos nutricionais de *Karlingia asterocysta*, concluindo que esta espécie se trata de um fungo obrigatoriamente quitinofílico.

**Tabela 15.** Substratos colonizados e hospedeiros parasitados por Chytridiomycota isolados de amostras de água e solo, coletadas no Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo.

TÁXON	SUBSTRATO/HOSPEDEIRO
<i>Blastocladia pringsheimii</i> Reinsch	Maçã
<i>Catenaria</i> sp. 1	Ecdise de cobra
<i>Catenophlyctis variabilis</i> (Karling) Karling	Ecdise de cobra
<i>Chytriomycetes appendiculatus</i> Karling	Exoesqueleto de camarão
<i>Chytriomycetes aureus</i> Karling	Exoesqueleto de camarão
<i>Chytriomycetes hyalinus</i> Karling	Exoesqueleto de camarão
<i>Chytriomycetes spinosus</i> Fay	Epiderme de cebola
<i>Phlyctochytrium aureliae</i> Ajello	Ecdise de cobra
<i>Rhizophyidium elyensis</i> Sparrow	Ecdise de cobra
<i>Rhizophyidium macroporosum</i> Karling	Ecdise de cobra
<i>Rhizophyidium stipitatum</i> Sparrow	Ecdise de cobra
<i>Septosperma rhizophydii</i> Whiffen ex R.L. Seymour	<i>Entophlyctis luteolus</i> Longcore e <i>Rhizophyidium</i> sp.
<i>Solutoparies pythii</i> Whiffen ex Blackwell & Powell	<i>Pythium</i> sp.
<i>Cladochytrium replicatum</i> Karling	Epiderme de cebola e palha de milho
<i>Cladochytrium tenue</i> Nowakowski	Epiderme de cebola
<i>Cladochytrium setigerum</i> Karling	Epiderme de cebola
<i>Nowakowskiella elegans</i> (Nowak.) Schroeter	Epiderme de cebola e palha de milho
<i>Nowakowskiella multispora</i> Karling	Epiderme de cebola e celofane
<i>Septochytrium willoughbyi</i> Dogma	Epiderme de cebola e palha de milho
<i>Diplophlyctis sarcoptoides</i> (H. E. Petersen) Dogma	Exoesqueleto de camarão
<i>Diplophlyctis intestinalis</i> (Schenk) Schröeter	Epiderme de cebola
<i>Entophlyctis luteolus</i> Longcore	Epiderme de cebola e palha de milho
<i>Karlingia granulata</i> Karling	Epiderme de cebola e palha de milho
<i>Karlingia rosea</i> Karling	Epiderme de cebola, palha de milho e celofane
<i>Karlingia asterocysta</i> Karling	Exoesqueleto de camarão
<i>Karlingia curvispinosa</i> Karling	Exoesqueleto de camarão
<i>Karlingia</i> sp. 1	Epiderme de cebola e palha de milho
<i>Rhizophlyctis chitinophila</i> Sparrow	Exoesqueleto de camarão
<i>Rozella chytriomycii</i> Karling	<i>Chytriomycetes appendiculatus</i> Karling

Foram táxons exclusivamente queratinofílicos, ocorrendo em ecdise de cobra, *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling, *Catenaria* sp. 1, *Rhizophyidium elyensis* Sparrow, *R. macroporosum* Karling e, *R. stipitatum* Sparrow. Apesar de

Karling (1946, 1947), Milanez (1984a), Pires-Zottarelli (1999) e Rocha (2004) também mencionarem *Catenophlyctis variabilis* como uma espécie exclusivamente queratinofílica, Karling (1965) cita seu crescimento tanto em substratos queratinosos como celulósicos, descartando a possibilidade desta espécie ser estritamente queratinofílica e, Rothwell (1965) *apud* Karling (1946e) ainda cita o seu desenvolvimento em uma variedade de meios sintéticos. Informações em literatura também descartam o possível caráter exclusivamente queratinofílico de *Phlyctochytrium aureliae* Ajello, uma vez que sua ocorrência também foi mencionada em material vegetal em decomposição e, provavelmente, exúvia de inseto (Ajello 1945), além de grãos de pólen Sparrow & Lange (1976). Embora também tenha sido isolada somente em ecdise de cobra por F.K. Sparrow Jr. (1957), *Rhizophydium elyensis* Sparrow também foi citado crescendo em palha de milho e grãos de pólen por Pires-Zottarelli (1990). Apesar de ocorrer apenas em ecdise de cobra neste estudo, Karling (1967) também cita *Rhizophydium macroporosum* em substrato celulósico. *R. stipitatum*, também descrito em ecdise de cobra por Sparrow (1957), foi observado por A.I. Milanez (1984a) crescendo em grãos de pólen.

Muitos quitridiomicetos são invasores primários de matéria orgânica degradando celulose, hemicelulose, quitina e, queratina (Barr 1990). Quitrídias sapróbias podem crescer sobre uma grande variedade de algas mortas ou outros organismos da fauna e flora microscópica, porém substratos ricos em celulose ou quitina somente estão disponíveis para quitrídias com atividade celulolítica ou quitinofílica (Barr 2001). A celulose é o polímero mais abundante de origem biológica encontrado na natureza, sendo degradada por uma série de organismos e, entre estes, os fungos são responsáveis por grande parte da sua degradação nos ecossistemas. A quantidade e os tipos de enzimas envolvidas nas etapas de degradação da celulose podem variar de organismo para organismo. Nos fungos, as enzimas celulolíticas aumentam sua produção quando a celulose está presente no ambiente e a velocidade de decomposição deste polímero depende da natureza dos organismos e das condições ambientais que podem favorecer o crescimento de um determinado grupo. Embora um grande número de microorganismos seja capaz de crescer em

celulose, poucos produzem a quantidade de enzimas necessárias para a quebra deste polímero. Geralmente, vários organismos vivem associados e atuam sinergisticamente, onde as diferentes etapas enzimáticas são realizadas pelas várias espécies que compõem esta associação (Moore-Landecker 1996).

Apesar da sua natureza química e, da sua freqüente resistência física, a queratina é decomposta por um importante grupo de organismos sapróbios queratinofílicos, alguns dos quais desenvolvem-se exclusivamente sobre tecidos queratinizados ou em animais (Cooke & Rayner, 1984).

A capacidade de decompor diferentes tipos de substratos quer seja de natureza celulósica, quitinosa ou queratinosa, demonstra a grande importância das quitrídias nos diferentes ecossistemas, onde atuam nos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes.

### Literatura citada

- Ajello, L.** 1945. *Phlyctochytrium aureliae* parasitized by *Rhizophydium chytridiophagum*. Mycologia 37:109-119.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. & Blackwell, M.** 1996. Introductory Mycology. 4 ed. John Wiley , Sons, Inc, New York.
- Antunes, M.F.R., Ninomya, A. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1993. Efeitos da queimada sobre a micota de solo de mata atlântica na Resrva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, SP. Hoehnea 20:1-8.
- Barr, D.J.S.**1990. Phylum Chytridiomycota. *In*: L. Margulis, J.O. Corliss, M. Melkonian & D.J. Chapman (eds.) Handbook of Protoctista. Jones and Bartlett Publishers, Boston, pp. 454-466.

- Barr, D.J.S.** 2001. Chytridiomycota. *In*: D.J. Mclaughlin, E.G. Mclaughlin & P.A. Lemke (eds.). The Mycota, VII Part A, Springer, Berlin and Heidelberg, pp. 93-112.
- Cooke, R. & Rayner, A.** 1984. Ecology of saprotrophic fungi. Longman, London.
- Dick, M.W.** 1963. The occurrence and distribution of saprolegniaceae in certain soils of south-East England. III. Distribution in relation to pH and water content. *Journal of ecology* 51:75-81.
- Dick, M.W.** 1976. The ecology of aquatic phycomycetes. *In*: Gareth Jones, E.B. (ed.). Recent advances in Aquatic Mycology. Elek Science, London, pp. 513-542.
- Dix, N.J. & Webster, J.** 1995. Fungal ecology. Chapman & Hall, Crambridge. 549p.
- Dogma Jr., I.J.** 1974c. Developmental and taxonomic studies of rhizophlyctoid fungi. Chytridiales. IV. *Karlingia granulata*, *Karlingia spinosa*, and *Karlingiomyces dubius*. *Ibid.* 25:91-105.
- Dogma Jr., I.J.** 1974d. Studies on chitinophilic *Siphonaria*, *Asterophlyctis* and *Rhizoclostridium*, Chytridiales. II. *Asterophlyctis sarcoptoides* H.E. Petersen: a *Diplophlyctis* with a sexual phase. *Nova Hedwigia* 25:1-50.
- Esteves, F.A.** 1988. Fundamentos de limnologia. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro.
- Gleason, F.H., Letcher P.M. & McGee, P.A.** 2004. Some Chytridiomycota in soil recover from drying and high temperatures. *Mycological Research* 108(5):583-589.
- Gleason, F.H., Letcher, P.M., Commandeur, Z., Jeong, C.E. & McGee, P.A.** 2005. The growth response of some *Chytridiomycota* to temperatures commonly observed in the soil. *Mycological Research* 109(6) 717-722.
- Gleason, F.H., Midgley, D.J., Letcher, P.M. & McGee, P.A.** 2006. Can soil Chytridiomycota survive and grow in different osmotic potentials. *Mycological Research* 110:869-875.
- Ibelings, B.W.; De Bruin, A. & Van Donk, E.** 2003. Parasitic fungi of freshwater phytoplankton. *In*: C.K.M. Tsui & K.D. Hyde (eds.) *Freshwater Mycology: Fungal Diversity Research Series*, pp. 11-50.

- Karling, J.S.** 1931. Studies in Chytridiales VI. The occurrence and life history of a new species of *Cladochytrium* in cells of *Eriocaulon septangulare*. American Journal of Botany 18(7): 526-557.
- Karling, J.S.** 1945b. Brazilian chytrids. VI. *Rhopalophlyctis* and *Chytriomycetes*, two new operculate genera. American Journal of Botany 32(7): 362-369.
- Karling, J.S.** 1946a. Brazilian chytrids. VIII. Additional parasites of rotifers and nematodes. Lloydia 9(1): 1-12.
- Karling, J.S.** 1946e. Keratinophilic chytrids. American Journal of Botany. 33(3):219.
- Karling, J.S.** 1947a. Brazilian chytrids. X. New species with sunken opercula. Mycologia 39:56-70.
- Karling, J.S.** 1947b. Keratinophilic chytrids. II. *Phlyctorhiza variabilis* n. sp. American Journal of Botany. 34:27-32.
- Karling, J.S.** 1949. New monocentric eucarpic operculate chytrids from Maryland. Mycologia 41:505-522.
- Karling, J.S.** 1964. Indian chytrids. IV. *Nowakowskiella multispora* sp. nov. and other polycentric species. Sydowia 17:314-319.
- Karling, J.S.** 1965. Some zoosporic fungi of New Zealand. I. Sydowia 19:213-226.
- Karling, J.S.** 1967. Some Zoosporic Fungi of New Zealand. III. *Phlyctidium*, *Rhizophydium*, *Septosperma* and *Podochytrium*. Sydowia, Ann. Mycol. 20(1-6). 74-85.
- Karling, J.S.** 1977. Chytridiomycetarum Iconographia. Vaduz: J. Cramer, New York.
- Longcore JE.** 1995. Morphology and zoospore ultrastructure of *Entophlyctis luteolus* sp. nov. (Chytridiales): Implications for chytrid taxonomy. Mycologia 87:25-33.
- Lyra, N.P. & Milanez, A.I.** 1974. Notas para o levantamento dos ficomicetos aquáticos do estado de São Paulo. Instituto de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco. Publicação 698, pp. 1-27.

- Mccune, B. & Mefford, M.J.** 1997. PC-ORD Multivariate analysis of ecological data, version 3.0. MJM Software Design, Oregon.
- Milanez, A.I.** 1984a. Fungos zoospóricos do estado de São Paulo. II. Chytridiomycetes da Região Oeste. *Rickia* 11:115-127.
- 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. São Paulo, Instituto de Botânica, pp. 17-20.
- Misra, J.K.** 1982. Occurrence, distribution and seasonality of fungi as affected by chemical factors in six alkaline ponds of India. *Hidrobiologia* 9(2):185-191.
- Moreira, C.G.** 2006. Avaliação da diversidade e biomassa de fungos associados a folhas em decomposição de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas em reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo.
- Moore-Landecker, E.** 1996. Fundamentals of the Fungi. 4 ed. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Murray, C.L. & Lovett, J. S.** 1966. Nutritional requirements of the chytrid *Karlingia asterocysta*, an obligate chitinophile. *American Journal of Botany* . 53(5):469-476
- Pires-Zottarelli, C.L.A.** 1990. Levantamento dos fungos zoospóricos da Represa do Lobo (“Broa”), São Carlos, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP.
- 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, SP.
- 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, SP.
- Rocha, M. & Pires-Zottarelli, C.L.A.** 2002. Chytridiomycota e Oomycota da Represa de Guarapiranga, São Paulo, SP. *Acta Botanica Brasilica* 16:287-309.

- Rocha, M.** 2004. Micota zoospórica de lagos com diferentes trofias do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP, Brasil. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) - Universidade de São Paulo, SP.
- Schoenlein-Crusius, I.H.** 1993. Sucessão fúngica em folhas de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. em ambientes aquático e terrestre, na Mata Atlântica, Reserva Biológica do alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1989. Sucessão fúngica em folhas de *Ficus microcarpa* L.f. submersas no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Revista de Microbiologia* 20(1):95-101.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (carvalho) submersas em um lago situado no município de Itapeçerica da Serra, SP. *Revista de Microbiologia* 21:61-67.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A., Milanez, A.I. & Humphreys, R.D.** 1999. Interaction between the mineral content and the occurrence number of aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the Atlantic rainforest, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 22(2):133-139.
- Shepherd, G.J.** 1996. Fitopac I: manual do usuário. Departamento de Botânica, UNICAMP, 95pp.
- Secretaria do Meio Ambiente.** 2003. Roteiro de Visitação do Parque Estadual da Cantareira.
- Seymour, R.L.** 1971. Studies on mycoparasitic chytrids. I. The genus *Septosperma*. *Mycologia* 63:83-93.
- Silva, I.L.** 2002. Micobiota de água e de solo das margens de Igarapés situados na área de mata do campus da Universidade do Amazonas, Manaus, AM. Tese de Doutorado Instituto de Biociências, USP, São Paulo.
- Sparrow Jr., F.K.** 1957. A further contribution to the Phycomycete flora of Great Britain. *Transactions of British Mycological Society* 40(4):523-535.

- Sparrow Jr., F.K.** 1960. Aquatic Phycomycetes. 2. ed. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Sparrow Jr., F.K.** 1968. Ecology of freshwater fungi. *In*: G.C. Ainsworth & A.S. Sussman (eds.).  
The Fungi: an advanced treatise. Academic Press Inc., New York, pp. 41-93.
- Sparrow Jr., F.K. & Lange, L.** 1976. Some bog chytrids. Canadian Journal of Botany 55: 1879-1890.
- Tsai, S. M., Baraibar, A.V.L. & Raomani, V.L.M.** 1992. Efeitos de fatores do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, pp 59-72.
- Whiffen, A.J.** 1942. Two new chytrid genera. Mycologia 34:543-557.
- Willoughby, L.G.** 1965. A study of Chytridiales from Victorian and other Australian Soils. Arch. Mikrobiol. 52: 101-131.

## DISCUSSÃO GERAL

---

Apesar dos vários estudos realizados em áreas de Mata Atlântica no Brasil, e principalmente, no estado de São Paulo, onde se concentram a grande maioria dos trabalhos com fungos zoospóricos, estudos com quitridiomicetos, anteriores a este, inexisteriam para o Parque Estadual da Serra da Cantareira, estado de São Paulo. O Parque, ainda em bom estado de conservação, apresentou uma rica diversidade destes organismos, demonstrando a importância e, a necessidade de preservação deste tipo de bioma. Sendo este o primeiro trabalho com quitridiomicetos realizado no local, os resultados obtidos contribuíram, principalmente, para o conhecimento destes organismos e, para a ampliação do conhecimento de sua ocorrência e distribuição em áreas de Mata Atlântica no estado de São Paulo e, no Brasil, visto que, dentre os 29 táxons identificados, *Cladochytrium setigerum* Karling, *Diplophlyctis intestina* (Schenk) J. Schröt., *Karlingia asterocysta* Karling, *Karlingia curvispinosa* Karling, *Rhizophydium macroporosum* Karling, *Rozella chytriomycii* Karling e *Solutoparies pythii* Whiffen ex Blackwell & Powell são mencionadas pela primeira vez para o Brasil e, *Septochytrium willoughbyi* Dogma é nova citação para o estado de São Paulo.

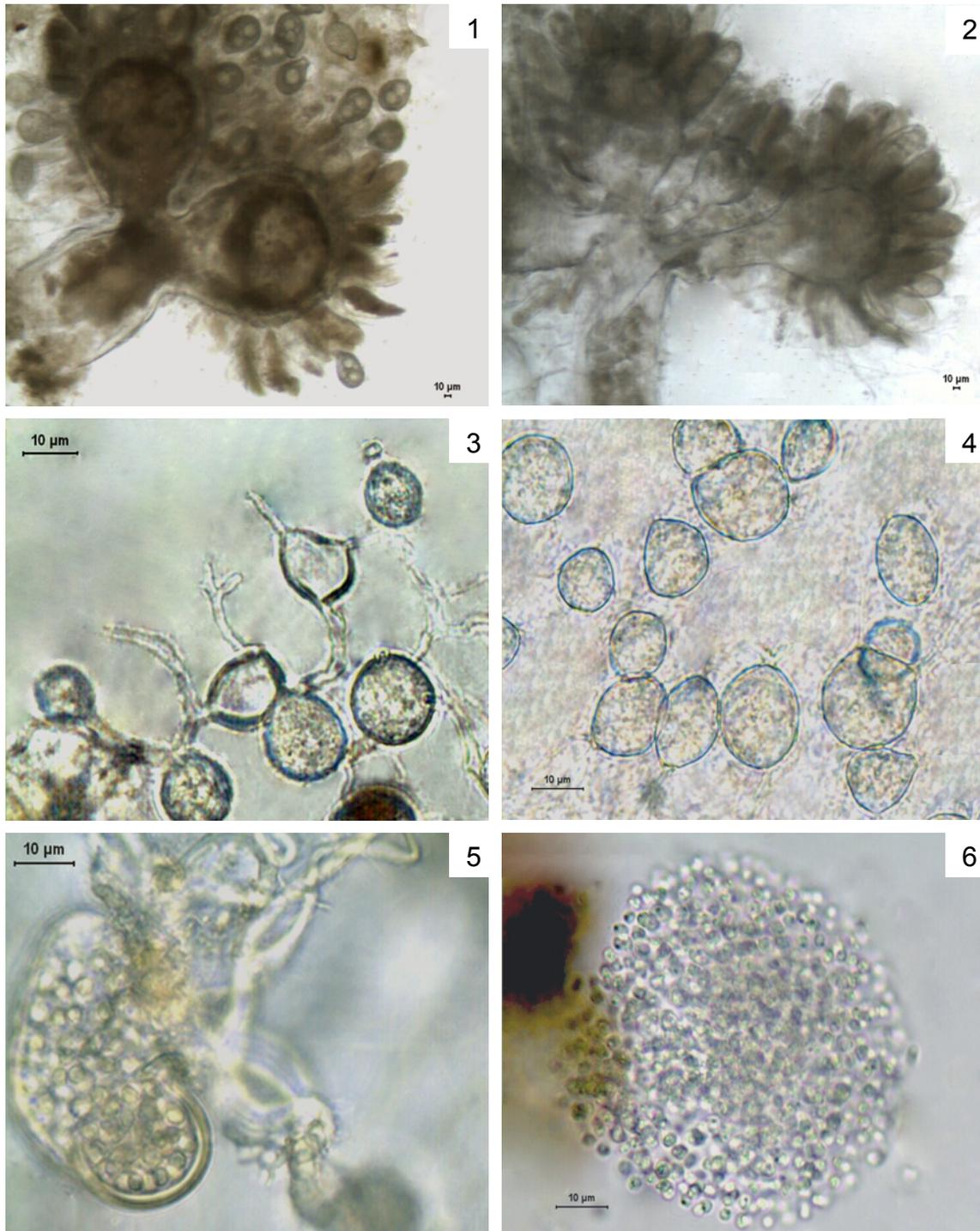
Ao longo do presente estudo, apesar da tendência de ocorrência de alguns táxons a determinado tipo de compartimento amostrado, com alguns táxons exclusivos de água ou solo, a maioria ocorreu nos dois compartimentos. Dentre os táxons que apresentaram maior número de ocorrência durante o período de estudo, a análise de componentes principais (ACP) revelou uma maior tendência de ocorrência de *Diplophlyctis sarcoptoides* (H. E. Petersen) Dogma, *Chytriomycetes appendiculatus* Karling, *C. aureus* Karling, *C. hyalinus* Karling, *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling, *Cladochytrium replicatum* Karling e, *Nowakowskiella elegans* Nowakowski na água e, *Karlingia rosea* Karling, *K. granulata* Karling, *Entophlyctis luteolus* Longcore, *Rhizophydium elyensis* Sparrow, *Septosperma rhizophydii* Whiffen ex W.H. Blackw. & M.J. Powell e, *Septochytrium willoughbyi* no solo.

Considerando-se os fatores abióticos mensurados, os quais apresentaram pequenas variações no período de estudo, não foi observada influência direta, de nenhum deles, pelo menos individualmente, na ocorrência e distribuição dos táxons isolados.

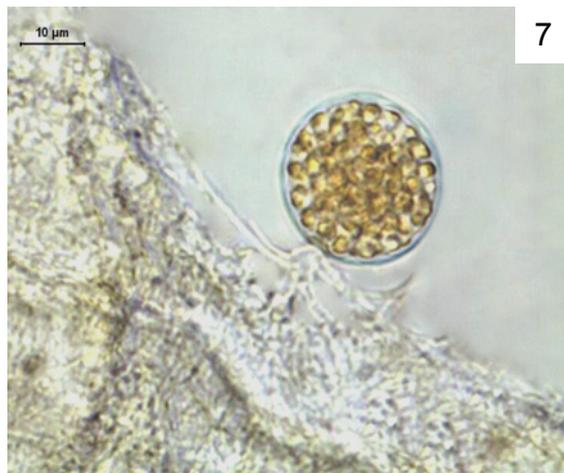
Com relação à ocorrência nos substratos, provavelmente devido ao aparato enzimático dos quitridiomicetos isolados e, a maior oferta de substratos celulósicos como “isca”, foi observada preferência por esses substratos que apresentaram a maior frequência de isolados, seguido por quitinosos e, queratinosos. A presença dos mesmos, nos diferentes substratos utilizados no processo de iscagem, confirma sua importância na decomposição e na ciclagem de nutrientes na natureza e, aponta para a necessidade de utilização de diferentes técnicas para o isolamento de fungos, seja da água ou do solo. Como apontado por Alexopoulos *et al.* (1996), a presença de quitridiomicetos, nos diferentes ecossistemas, tem sido ignorada, pelas técnicas convencionais normalmente utilizadas pelos pesquisadores para isolar fungos.

## **ANEXO 1**

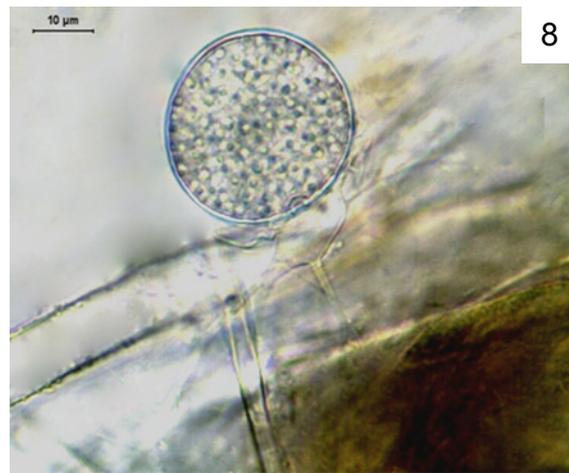
Fotografias com câmara digital dos táxons isolados



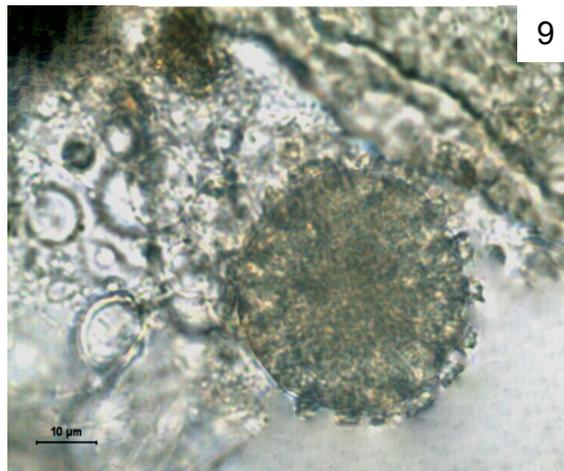
**Figura 1-2.** *Blastocladiella pringsheimii* Reinsh. 1. Aspecto geral do talo evidenciando os zoosporângios e os esporos de resistência. 2. Talo com zoosporângios cilíndricos. **Figura 3.** *Catenaria* sp. 1. Talo policêntrico com zoosporângios em cadeia. **Figura 4.** *Catenophlyctis variabilis* (Karling) Karling. Talo policêntrico com zoosporângios de formas variadas. **Figura 5-6.** *Chytrium appendiculatus* Karling. 5. Zoosporângio. 6. Zoósporos.



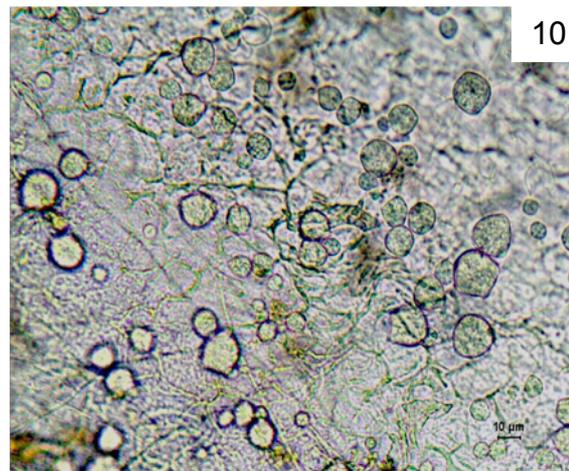
7



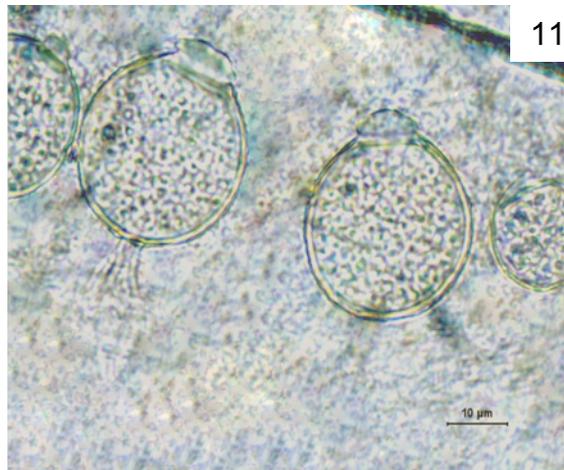
8



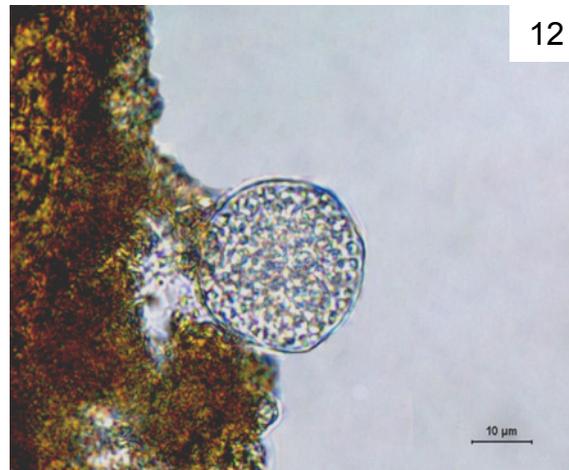
9



10

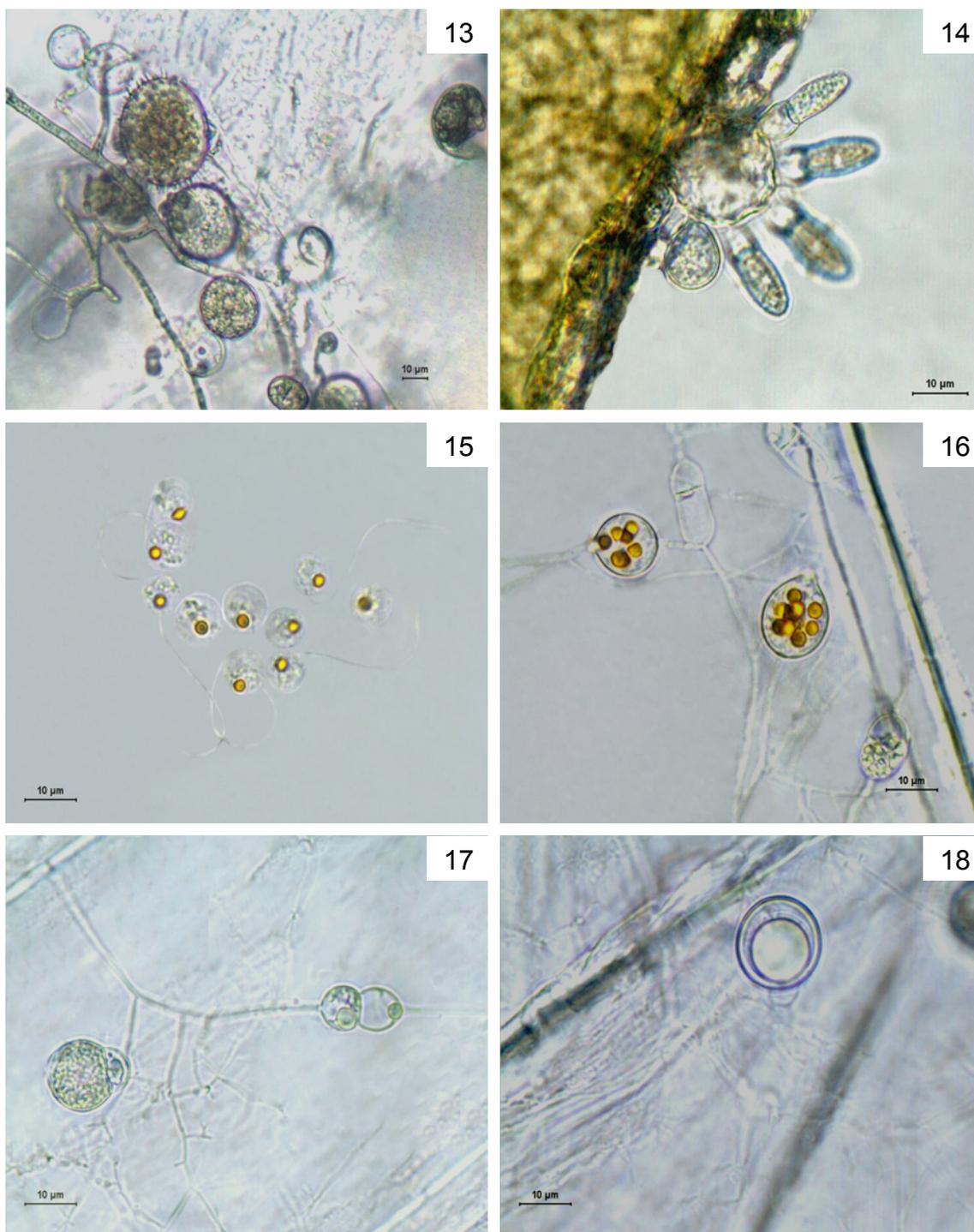


11

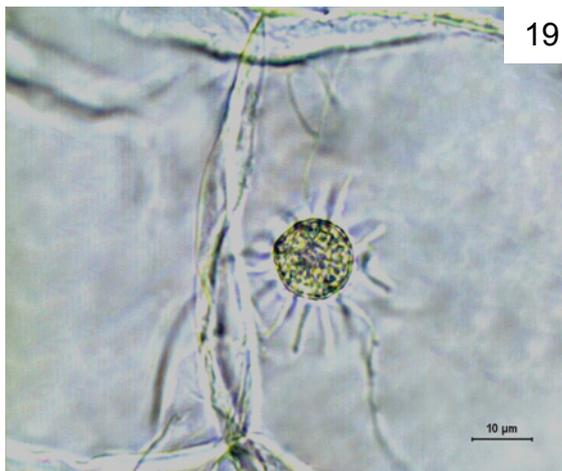


12

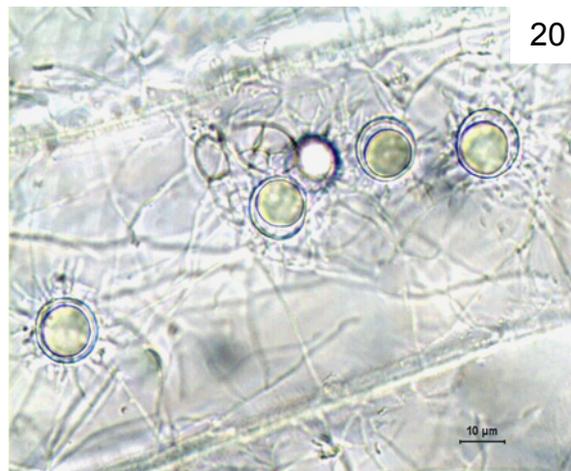
**Figura 7.** *Chytrium aureus* Karling. Zoosporângio não apofisado. **Figura 8.** *Chytrium hyalinus* Karling. Zoosporângio apofisado. **Figura 9.** *Phlyctochytrium aureliae* Ajello. Zoosporângio ornamentado com apófise composta. **Figura 10.** *Rhizophydium elyensis* Sparrow. Aspecto geral em ecdise de cobra. **Figura 11.** *Rhizophydium macroporosum* Karling. Zoosporângios com parede espessada e papila conspícua. **Figura 12.** *Rhizophydium stipitatum* Sparrow. Zoosporângio com pedúnculo extramatricial em ecdise de cobra.



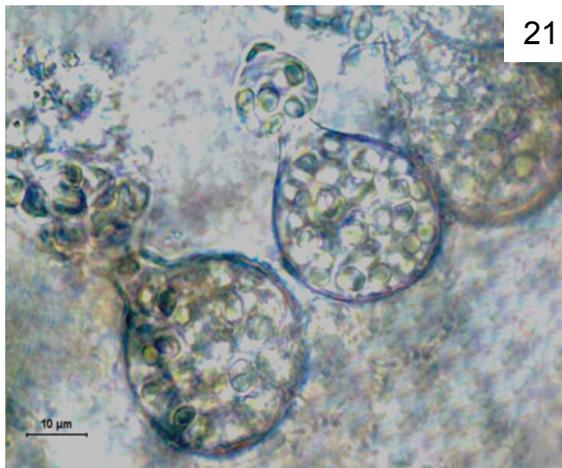
**Figura 13.** *Solutoparies pythii* Whiffen ex W.H. Blackwell. & M.J. Powell. Zoosporângios com ornamentações espinhosas parasitando *Pythium* sp. **Figura 14.** *Septosperma rizophydii* Whiffen ex W.H. Blackwell. & M.J. Powell. Zoosporângios e esporos de resistência em *Rhizophydium* sp. **Figura 15-16.** *Cladochytrium replicatum* Karling. 15. Zoósporos. 16. Talo policêntrico com zoosporângios e células turbinadas. **Figura 17-18.** *Cladochytrium tenue* Karling. 17. Talo policêntrico com células turbinadas. 18. Esporo de resistência.



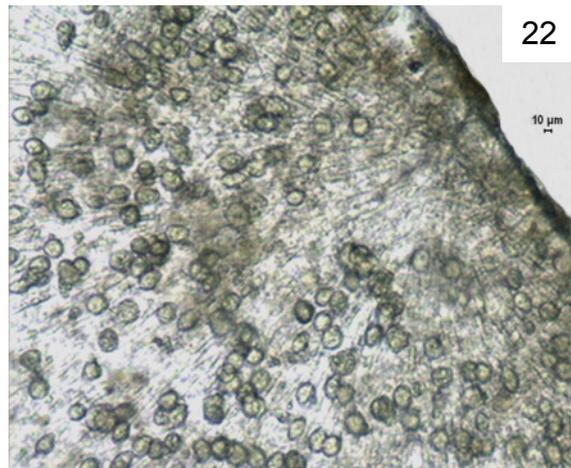
19



20



21



22

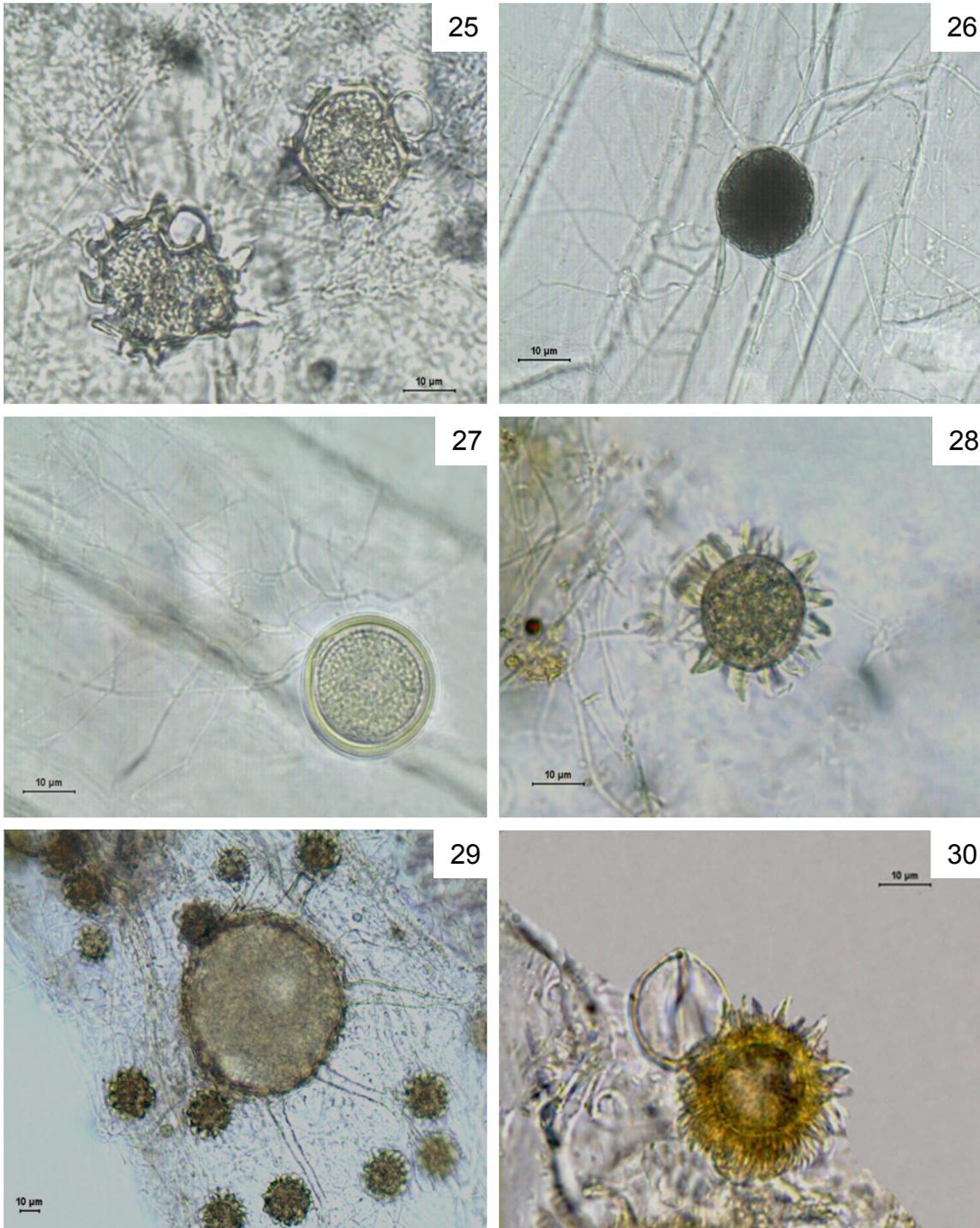


23

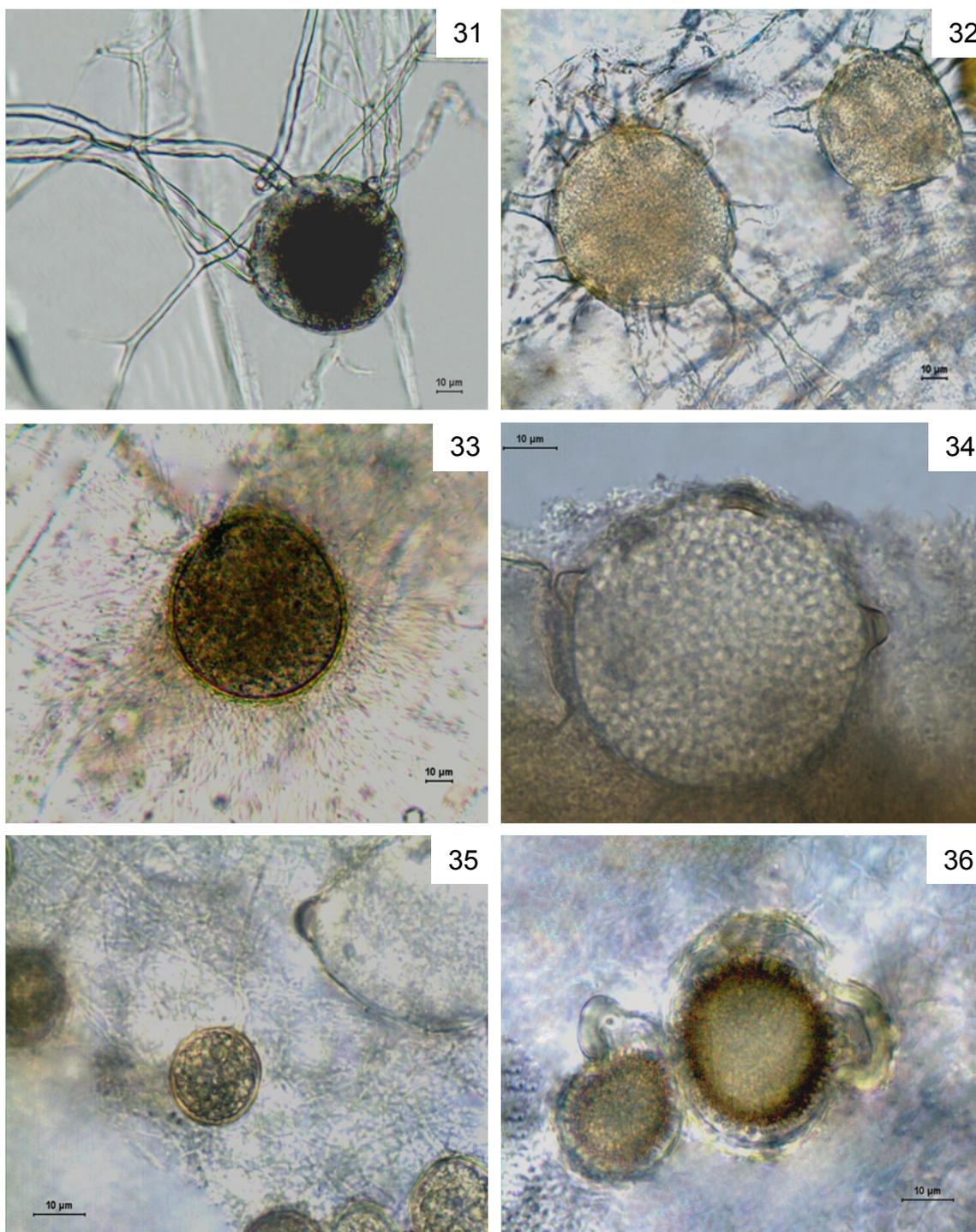


24

**Figura 19-20.** *Cladochytrium setigerum* Karling. 19. Zoosporângio ornamentados. 20. Esporos de resistência. **Figura 21.** *Nowakowskiella elegans* (Nowak.) Schöeter. Liberação de zoósporas. **Figura 22.** *Nowakowskiella multispora* Karling. Talo policêntrico evidenciando os esporos de resistência intercalares. **Figura 23.** *Septochytrium willoughbyi* Dogma. Talo policêntrico com zoosporângios operculados. **Figura 24.** *Diplophlyctis intestina* (Shenk.) J. Schröt. Esporos de resistência apofisados e ornamentados.



**Figura 25.** *Diplophlyctis sarcoptoides* (H.E. Petersen) Dogma. Esporos de resistência ornamentados. **Figura 26-27.** *Entophlyctis luteolus* Longcore. 26. Zoosporângio. 27. Esporo de resistência. **Figura 28.** *Karlingia asterocysta* Karling. Esporo de resistência ornamentado. **Figura 29-30.** *Karlingia curvispinosa* Karling 29. Zoosporângio e esporos de resistência ornamentados. 30. Germinação do espora de resistência com prosperângio vazio.



**Figura 31.** *Karlingia granulata* Karling. Zoosporângio. **Figura 32.** *Karlingia rosea* Karling. Zoosporângio com vários tubos de liberação. **Figura 33.** *Karlingia* sp. 1. Zoosporângio com filamentos na parede. **Figura 34-35.** *Rhizophlyctis chitinophila* Sparrow. 34. Zoosporângio com vários tubos de liberação. 35. Esporo de resistência. **Figura 36.** *Rozella chytriomycii* Karling. Esporo de resistência ornamentado em *Chytriomycetes appendiculatus* Karling.