

CAROLINA GASCH MOREIRA

**Sucessão de hifomicetos e avaliação da biomassa
fúngica durante a decomposição de folheto de
Caesalpinia echinata Lam. e *Campomanesia
phaea* (O. Berg.) Landrum submersos em lagos
artificiais na cidade de São Paulo, SP.**

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

SÃO PAULO

2011

CAROLINA GASCH MOREIRA

**Sucessão de hifomicetos e avaliação da biomassa
fúngica durante a decomposição de folheto de
Caesalpinia echinata Lam. e *Campomanesia
phaea* (O. Berg.) Landrum submersos em lagos
artificiais na cidade de São Paulo, SP.**

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

ORIENTADORA: Dra. IRACEMA HELENA SCHOENLEIN-CRUSIUS

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Moreira, Carolina Gasch

M838s Sucessão de hifomicetos e avaliação da biomassa fúngica durante a decomposição de folhedo de *Caesalpinia echinata* Lam. e *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum submersos em lagos artificiais na cidade de São Paulo, SP. / Carolina Gasch Moreira -- São Paulo, 2011.

130 p. il.

Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2011

Bibliografia.

1. Fungos anamorfos. 2. Hyphomycetes. 3. Reservatório. I. Título

CDU: 582.288

*"Somos o que pensamos. Tudo o que
somos surge com nossos
pensamentos, Com nossos
pensamentos, fazemos o nosso
mundo."*

Buda

1. Introdução

1.1. Fungos decompositores de folhas nos ambientes aquáticos continentais

Os fungos contribuem de forma vital para os ecossistemas, já que são decompositores de matéria orgânica, possuem grande capacidade de degradação de resíduos recalcitrantes compostos por carbono e nitrogênio, além de xilanos, ácidos húmicos, e outras substâncias (Christensen 1989, Bärlocher 1992b, Kjøller & Struwe 1992, Moore-Landecher 1996).

Nos ambientes aquáticos, juntamente aos detritívoros e às bactérias, atuam como mediadores do fluxo de energia e de nutrientes (Bärlocher *et al.* 1992a, Baldy *et al.* 2002, Pascoal & Cássio 2004, Gessner *et al.* 2007). Podem ainda, elevar a palatabilidade dos substratos vegetais submersos aos detritívoros, através do incremento de compostos nitrogenados (biomassa fúngica) agregados aos substratos (Kaushik & Hynes 1968, Bärlocher & Kendrick 1973, 1974, Bärlocher 1992a).

Dentre os fungos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica em ambientes aquáticos continentais estão os fungos anamorfos, organismos zoospóricos, muitas espécies pertencentes ao filo *Ascomycota* e algumas espécies de *Zygomycota* e *Basidiomycota* (Dix & Webster 1995, Shearer *et al.* 2007).

Por estes microrganismos formarem um grupo heterogêneo, taxonômica e sistematicamente, são divididos artificialmente em dois grandes grupos denominados nativos e imigrantes. Assim, são diferenciados os fungos verdadeiramente aquáticos daqueles que habitam os ambientes aquáticos, levando-se em conta o modo de vida, origem e adaptações apresentadas pelos táxons (Park 1972, Dix & Webster 1985, Shearer *et al.* 2007).

Os fungos nativos, também chamados de residentes ou indígenas, são dependentes da água para reprodução e possuem adaptações morfológicas especiais. Fazem parte deste grupo os fungos zoospóricos, os hifomicetos aquáticos e as leveduras aquáticas (Dix & Webster 1995).

Os fungos imigrantes são fungos de origem terrestre, denominados geofungos, são casualmente carregados aos ambientes aquáticos através de materiais alóctones, ventos, chuvas, escoamentos de águas superficiais e assoreamentos. Podem associar-se aos substratos vegetais submersos auxiliando na decomposição e de acordo com a biologia de cada espécie, são divididos em três grupos, denominados migrantes, versáteis e transientes (Park 1972, Dix & Webster 1985, Shearer *et al.* 2007).

As espécies migrantes alternam-se entre os ambientes aquáticos e terrestres, podendo apresentar uma fase do ciclo de vida desenvolvida no ambiente aquático e outra no terrestre.

As espécies versáteis conseguem sobreviver nos ecossistemas aquáticos e utilizam a água como meio de transporte para dispersão (Park 1972, Dix & Webster 1985).

As espécies transientes não são adaptadas aos ambientes aquáticos e por isso diminuem suas atividades metabólicas após submersão, podendo entrar em dormência ou permanecendo na forma de estruturas de resistência junto aos substratos, na coluna d'água ou no sedimento (Park 1972; Dick 1976, Dix & Webster 1995, Shearer *et al.* 2007).

A dinâmica de convivência existente entre os fungos nativos e imigrantes, em nível de substrato, ainda não está totalmente compreendida, principalmente no que diz respeito às interações que sustentam a competição desses organismos por nutrientes e espaço (Schoenlein-Crusius & Milanez 1996).

Entre os estudos realizados em regiões de clima temperado sempre se assumiu a dominância dos hifomicetos aquáticos na decomposição de folhas submersas, visto que estes fungos apresentam grande produção de conídios durante o processo (Bärlocher & Kendrick 1974, Bärlocher 1992b, Goh & Hyde 1996). Apesar disto, estudos moleculares revelaram a presença de fungos pertencentes a outros filos durante o processo de decomposição (Nikolcheva & Bärlocher 2004). Possivelmente muitas espécies colonizem os substratos com o crescimento de hifas somáticas apenas, o que impossibilita a identificação pelos métodos tradicionais e acaba por subestimar a comunidade presente (Bärlocher 2007).

Além das interações ecológicas (competição, sinergismo, etc.) existentes, a diversidade fúngica encontrada nos diferentes ambientes aquáticos pode ser influenciada pelas variáveis climáticas e abióticas (Bärlocher 1992b, Schoenlein-Crusius & Malosso 2007), como nutrientes, pH e nível de oxigênio dissolvido, ente outros, que atuam como fatores limitantes no desenvolvimento da comunidade fúngica (Suberkropp & Chauvet 1995). Desta forma, algumas espécies como *Triscelophorus monosporus*, *Heliscus lugdunensis* e *Lunulospora curvula* são consideradas características de águas tropicais, enquanto outras como *Lemonniera aquatica*, *Tetrachaetum elegans* e *Campylospora chaetocladia* são consideradas mais comuns em águas de clima temperado (Bärlocher 1992a), embora exista registro das mesmas em ambientes lóticos e lênticos em regiões tropicais e sub-tropicais (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003).

Assim, em países de clima temperado, os hifomicetos aquáticos apresentam comportamento sazonal definido, ocorrendo predominantemente no final do verão e durante o outono, quando são encontradas as maiores concentrações de folhas da serapilheira nos ambientes aquáticos (Bärlocher 1992a, Bärlocher 2009).

Em regiões tropicais este fungos ocorrem de maneira diferente, correlacionando-se com as variações climáticas das épocas secas e chuvosas (Sridhar & Kaveriappa 1989), com o

estado nutricional das folhas colonizadas ou ainda com o estado trófico das águas onde a decomposição ocorre (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Além das características abióticas da água que influenciam a distribuição, riqueza e diversidade dos hifomicetos aquáticos, outros estudos demonstram a preferência destes microrganismos por determinados tipos de substratos (Canhoto & Graça 1996, Gulis & Suberkropp 2003a, b). Este fato possivelmente é atribuído às características das folhas, tais como teores de nutrientes, teor de lignina, celulose, hemicelulose, presença de taninos, terpenóides, ceras e óleos que atuam na colonização dos fungos e podem agir como substâncias antimicrobianas.

Assim, sugere-se que o tipo de substrato, seu estágio de decomposição e o tipo de vegetação que circunda os corpos d'água influenciam a comunidade fúngica decompositora, bem como o grau de competição inter e intraespecífica que caracterizam a sucessão fúngica (Gessner 1991, Bärlocher 1992a).

De acordo com Laitung & Chauvet (2005) a riqueza de hifomicetos aquáticos encontrada em rios está positivamente correlacionada à riqueza da vegetação adjacente, sendo encontrada maior riqueza destes fungos em locais com maior riqueza de espécies vegetais, podendo haver preferência, mas não especificidade de espécies de hifomicetos a uma determinada espécie de folha, o que sugere forte ligação entre a vegetação adjacente e a biodiversidade aquática.

1.2. Fungos Anamorfos

Os fungos anamorfos ou conidiais, apresentam como característica fundamental a reprodução assexuada, pela formação de conídios ou por diferenciação das hifas somáticas (Alexopoulos *et al.* 1996, Grandi 1999a, Kirk *et al.* 2008). Os conídios são estruturas de dispersão semelhantes aos esporos produzidos por outros fungos, mas durante a divisão celular não apresentam meiose, sendo de origem mitótica (Alexopoulos *et al.* 1996, Kirk *et al.* 2008). Além da formação de conídios, estes fungos podem se multiplicar por células derivadas do micélio, como estruturas de resistência (clamidósporos) ou fragmentos de hifas (Kirk *et al.* 2008)

Por não pertencerem a um filo definido os fungos anamorfos não são classificados de acordo com os níveis taxonômicos habituais e assume-se apenas a existência de gêneros e espécies (Kirk *et al.* 2008). São identificados através da observação das suas características microscópicas, pela análise da morfologia das estruturas produzidas na conidiogênese, processo no qual os conídios são formados (Nilsson 1964, Ellis 1971, 1976, Kendrick 1971, Ingold 1975, Marvanová 1997, Kirk *et al.* 2008).

Os microrganismos pertencentes a este grupo já foram referidos como Deuteromycotina, Deuteromycetes, fungos imperfeitos, fungos assexuais, fungos mitospóricos, Ascomycetes assexuais e hoje são denominados fungos conidiais ou anamorfos. Até o momento entende-se que estes fungos formam um agrupamento artificial, pelo fato de não apresentarem reprodução sexuada e pelo pouco conhecimento existente sobre sua ancestralidade (Grandi 1999a, Kirk *et al.* 2008).

Apesar disto, alguns espécimes podem apresentar reprodução sexuada concomitantemente à reprodução assexuada, fenômeno conhecido como “conexão”, sendo este dependente da carga genética apresentada pelo espécime e de condições ambientais favoráveis.

De acordo com Marvanová (2007) esses fungos podem apresentar produção de estruturas assexuadas em uma das fases de seu ciclo de vida e, em outros momentos, apresentarem formação de estruturas sexuadas, sendo então enquadrados dentro dos Filos *Ascomycota* ou *Basidiomycota*. Existe também a possibilidade de muitos terem perdido sua fase sexuada durante o processo evolutivo, sendo possuidores apenas de fase assexuada.

De acordo com as estruturas de reprodução que apresentam, os fungos anamorfos podem ser divididos em três grandes grupos, os Agonomycetes, os Coelomycetes e os Hyphomycetes. Os Agonomycetes apresentam-se apenas na forma micelial estéril, sem a formação de conidiomas definidos, mas dotados de estruturas somáticas diferenciadas, denominadas clamidósporos e esclerócios, que muitas vezes possibilitam a identificação. Os Coelomycetes são fungos que possuem as estruturas de reprodução (conidióforos e conídios) agrupadas internamente em cavidades formadas pelas hifas somáticas do fungo ou pelo tecido do hospedeiro, denominadas picnídios e acérvulos. Os hifomicetos possuem formação de conidióforos e conídios livres no micélio ou em hifas agregadas, denominadas sinemas ou esporodóquios (Barron 1968, Kendrick 1971, Alexopoulos *et al.* 1996, Grandi 1999a, Kirk *et al.* 2008).

Entre os hifomicetos dois grandes grupos podem ser diferenciados, os hifomicetos aquáticos e os terrestres, levando-se em conta o modo de vida de cada espécime (Goh & Hyde 1996, Schoenlein-Crusius & Malosso 2007). Os hifomicetos aquáticos ocorrem predominantemente em ecossistemas aquáticos continentais ou em ambientes com acúmulos de água, como solos encharcados (Ingold 1975, Schoenlein-Crusius & Grandi 2003, Pascoal *et al.* 2005). Produzem grandes quantidades de conídios hidrodinâmicos, nas formas tetrarradiadas (estreladas) ou sigmoidais, características que facilitam a flutuação e a rápida fixação em novos substratos (Ingold 1975). Inicialmente foram divididos em dois grupos, os hifomicetos Ingoldianos ou aquáticos e os hifomicetos aeroaquáticos (Ingold 1975).

Posteriormente, Goh & Hyde (1996) propuseram dois grupos adicionais aos descritos por Ingold (1975), os hifomicetos terrestre-aquáticos e os hifomicetos facultativo-aquáticos, enfatizando que as divisões são biológicas e não representam “grupos naturais” na sistemática dos fungos. Desta forma foram finalmente divididos em:

1) Fungos Ingoldianos ou hifomicetos aquáticos: ocorrem abundantemente em rios e riachos rodeados por vegetação e em lagos bem aerados, colonizam folhas submersas e pequenos galhos e ramos, sendo mais esparsos em madeira. Produzem conidióforos e conídios hialinos de parede fina, com formas ramificadas e sigmoidais. A maioria dos conídios ramificados são tetrarradiados, ou seja, possuem quatro longos braços ou ramos que divergem de um ponto em comum (ex: *Triscelophorus* sp.) mas, algumas espécies podem produzir conídios ramificados de maneira desigual, onde os ramos não saem de um mesmo ponto (ex: *Dendrospora* sp.). Existem também muitas espécies que produzem conídios sigmóides, *i.e.* longos e afilados nas extremidades, muitas vezes curvos ou recurvados em mais de um plano (*Lunulospora* sp.). Algumas espécies podem apresentar conídios esféricos ou ovoides (*Margaritispota* sp.) e espiralados (*Gyoerffyyella* sp.).

2) Hifomicetos Aeroaquáticos: são mais encontrados em lagos ou ambientes com águas paradas ou em rios com pouca correnteza e colonizam os substratos vegetais em condições semi-anaeróbias, apresentando crescimento somático. Embora a dispersão dos conídios seja feita pela água, a esporulação não ocorre em baixo d’água e sim quando o substrato entra em contato com o ar. Os conídios são, na maioria, coloridos e helicoidais e possuem artifícios especiais para flutuação (*Helicoon* sp.).

3) Hifomicetos terrestres-aquáticos: são representados por fungos isolados da água da chuva e que normalmente encontram-se associados a diferentes partes das plantas vivas, como filoplano de folhas ou troncos de árvores. A característica mais importante desses fungos está na forma dos seus conídios, que se assemelham aos produzidos pelos hifomicetos ingoldianos, mas não possuem conidióforos proeminentes. A maioria das espécies possui conídios hialinos com parede fina, mas existem espécies dematiáceas (*Tricladrella* sp.).

4) Hifomicetos facultativos ou aquático-submersos: são representados por um conjunto heterogêneo de hifomicetos que colonizam material vegetal submerso. A maioria é dematiácea. Possuem conidióforos bem distintos, podendo apresentar dentículos, cicatrizes e fiálides, sendo decompositora de substâncias recalcitrantes (*i. e.* lignina) e também podem ocorrer como fitopatógenos em plantas. Algumas espécies podem esporular em baixo d’água, mas a maioria esporula densamente quando os substratos entram em contato com o ar e permanecem fora d’água por algum período. Seus conídios possuem formas regulares, *i.e.* ovóides, cilíndricos, obclavados, piriformes, fusiformes e ramificados, podem ser dispersos

pelo vento, movimentação da água ou por outros mecanismos, como através da retirada do material colonizado do ambiente aquático (*Dictyochaeta* sp.).

Muitos hifomicetos terrestres, fungos imigrantes, podem ser encontrados em associação a substratos vegetais submersos e desenvolvem importante papel na decomposição (Park 1972). Estudos sobre sucessão fúngica em folhas submersas, realizados em diferentes ambientes aquáticos, demonstraram grande riqueza de geofungos até os estádios finais de decomposição dos substratos, muitas vezes ocorrendo em grandes quantidades, sobrepondo os fungos nativos e confirmando a hipótese de que os geofungos apresentam grande resistência à submersão de folhas (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b, Moreira 2002, Moreira 2006).

Parte da micota terrestre isolada em folhas submersas pertence à micota autóctone, composta por fungos que estão presentes nas folhas antes da submersão, associados ao filoplano e mesófilo foliar, na forma epífita, endofítica ou parasita e, podem permanecer por longos períodos de tempo associados às folhas após senescência e submersão (Bärlocher & Kendrick 1974, Dix & Webster 1995).

A outra parte da micota terrestre pode associar-se aos substratos após sua submersão, já que é comum encontrar conídios de espécies de hifomicetos terrestres, como *Alternaria* sp., *Beltrania* sp., *Cladosporium* sp., *Drechslera* sp., *Epicoccum* sp., *Geotrichum candidum*, *Fuarium aquaeductuum*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., entre outros, associados a plantas em decomposição ou presos em espumas nos ambientes aquáticos continentais (Goh & Hyde 1996). Até o momento, 396 espécies de hifomicetos foram reportadas para ambientes aquáticos continentais, a maioria em associação à substratos vegetais (Shearer *et al.* 2007).

No Brasil, a maioria dos estudos que investigaram a presença dos hifomicetos decompositores de folhas foi realizada em ambientes terrestres, (Maia 1983, Grandi 1985, Grandi & Gusmão 1995, 2002a,b, Grandi *et al.* 1995, Grandi & Attili 1996, Gusmão & Grandi 1996, 1997, Grandi 1998, 1999b, Gusmão 2001, Gusmão *et al.* 2001, Grandi & Silva 2003, Gusmão 2003, Grandi 2004, Gusmão *et al.* 2005, Grandi & Silva 2006, Wellbaum *et al.* 2007, Marques *et al.* 2007, Marques *et al.* 2008, Barbosa *et al.* 2008, Silva & Grandi 2008, Barbosa *et al.* 2009, Cruz & Gusmão 2009a,b).

Nos ambientes aquáticos, os estudos brasileiros iniciaram-se no final da década de 80 e verificaram riquezas e ocorrências expressivas de hifomicetos aquáticos e terrestres associados a diferentes substratos vegetais submersos em rios, riachos e reservatórios urbanos (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a,b Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, 1992, Malosso 1995, 1999, Moreira 2002, 2006, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a,b, Schoenlein-Crusius & Grandi 2003, Wellbaum *et al.* 2007, Schoenlein-

Crusius *et al.* 2009, Dias 2008, Fagundes 2008, Gruppi 2008, Aidar 2010). Dentre estes, cinco foram realizados com folhas de *Caesalpinia echinata* Lam. (Grandi & Silva 2003, 2006, Silva 2007, Silva & Grandi 2008, Fagundes 2008) e até o momento, apenas um foi realizado com folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (Dias 2008), o que estimulou a escolha dessa espécie vegetal para o desenvolvimento do presente estudo.

1.3. Sucessão fúngica durante a decomposição de folhas em ambientes aquáticos

A sucessão fúngica pode ser conceituada como o desenvolvimento da comunidade de fungos em um dado substrato e ocorre através da ocupação sequencial de um substrato pelo micélio fúngico. A ocupação é influenciada pelo tipo e qualidade do substrato, pela composição da micota previamente encontrada no local e pelas características apresentadas pelo ambiente onde a sucessão ocorre (Garrett 1963, Frankland 1992, Dix & Webster 1995, Fryar 2002, Hyde & Jones 2002).

As mudanças quantitativas e qualitativas na estrutura das comunidades fúngicas durante a decomposição são dependentes das características químicas, físicas e morfológicas apresentadas pelos substratos, como disponibilidade de nutrientes, concentrações de substâncias inibidoras, entre elas taninos, presença de cutículas espessas que retardam a colonização, entre outras (Dix & Webster 1995, Frankland 1998). Desta forma, o sucesso das substituições das espécies de fungos durante a decomposição de folhas, ocorre de acordo com a habilidade saprofítica competitiva das espécies envolvidas, que é expressa pelo rápido crescimento, eficiência na produção de enzimas, tolerância a antibióticos, potencial de inóculo, eficiência das unidades reprodutivas e mecanismos de dispersão no ambiente (Garrett 1963, Frankland 1992, Dix & Webster 1995, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b).

De acordo com sua participação na sucessão a comunidade fúngica pode ser dividida em três grupos, denominados comunidade pioneira, comunidade madura e comunidade empobrecida (Frankland 1992, Dix & Webster 1995). A comunidade pioneira, geralmente, é formada por espécies que apresentam rápida germinação e crescimento, vida curta e facilidade de dispersão. Normalmente, esta comunidade é formada por espécies parasitas, endofíticas, habitantes do filoplano e pelas primeiras espécies colonizadoras dos substratos e pertencentes ao ambiente onde as folhas irão ser decompostas (Dix & Webster 1995, Frankland 1992, 1998).

No caso dos ambientes aquáticos continentais, espécies de hifomicetos aquáticos, organismos zoospóricos, leveduras aquáticas e geofungos, preexistentes nas folhas, podem ser considerados espécies pioneiras. Muitas espécies pioneiras não possuem grandes adaptações à competição e são substituídas por espécies competidoras, que compõem a comunidade

madura, formada por espécies de fungos que exibem altos níveis de ocorrência e dominância, o que causa rápida elevação na diversidade e riqueza de táxons (Dix & Webster 1995).

Em seu estágio final de ocupação, a comunidade madura sofre rápido declínio no número de espécies dominantes, neste momento se estabelece a comunidade empobrecida, que é caracterizada pela baixa diversidade e riqueza, com domínio de poucas espécies persistentes e de vida longa, que exibem altos níveis de ocorrência (Dix & Webster 1995, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990a). Normalmente, as espécies que compõe a comunidade empobrecida são adaptadas a situações de estresse, causadas pela competição por nutrientes e, geralmente, são possuidoras de complexos enzimáticos capazes de decompor substâncias recalcitrantes, como lignina (Frankland 1992).

De acordo com alguns estudos, os hifomicetos aquáticos tendem a ocorrer na etapa inicial e intermediária da decomposição, enquanto os organismos zoospóricos ocorrem em maior número na fase intermediária (Bärlocher & Kendrick 1974, Nikolcheva *et al.* 2003). Para os geofungos existem duas possibilidades. Na primeira os mesmos ocorrem durante todo o período sucessional porque as espécies possuem diferentes aparatos enzimáticos e podem resistir a submersão por longos períodos (Kaushik & Hynes 1968, Park 1972, Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990a, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a,b, Moreira 2006). Na segunda, os geofungos participam ativamente no início da decomposição das folhas, mas são substituídos pelos fungos nativos dos ambientes aquáticos após alguns dias de submersão passando a permanecer junto aos substratos e nos ambientes aquáticos na forma de resistência e propágulos (Bärlocher & Kendrick 1974, Nikolcheva *et al.* 2003).

Historicamente, os estudos sobre sucessão fúngica em folhas foram iniciados em ambientes terrestres de regiões de clima temperado, dentre eles destacam-se os realizados por Hudson & Webster (1958), Hogg & Hudson (1968), Visser & Parkinson (1975), Newell (1976), Davis & Winterbourn (1977) e Wildman & Parkinson (1979). A partir da década de noventa destacam-se as duas revisões realizadas por Frankland (1992, 1998) seguidas pelos estudos realizados por Solhem (1992), Osono & Takeda (2001), Promputtha (2002), Osono (2003), Tang *et al.* (2005), Osono (2005), além das revisões realizadas por Fryar (2002) e Hyde & Jones (2002), Promputtha *et al.* (2002), Yanna & Hyde (2002).

Os estudos sobre sucessão fúngica em ambientes aquáticos também foram iniciados em regiões de clima temperado, destacando-se os trabalhos realizados por Hering (1965), Newton (1971) *apud* Schoenlein-Crusius (1993), Bärlocher & Kendrick (1974), Willoughby (1974), Suberkropp & Klug (1976, 1980), Puppi (1983) e Gessner *et al.* (1993).

No Brasil um dos estudos pioneiros sobre sucessão fúngica foi realizado na década de

80, com o objetivo de comparar a micota associada a três diferentes espécies de folhas dispostas sobre o solo da Mata Atlântica de Pernambuco (Maia 1983). Posteriormente Schoenlein-Crusius & Milanez (1989) desenvolveram o primeiro estudo em ambiente aquático, tendo como foco verificar a sucessão fúngica, com a participação conjunta de fungos zoospóricos, hifomicetos aquáticos e geofungos durante a decomposição de folhas de *Ficus microcarpa* L. f. submersas em reservatório urbano.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Schoenlein-Crusius *et al.* (1990) estudaram a sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. em um lago situado no município de Itapeçerica da Serra, SP. Como complementação, desenvolveram o estudo que objetivou comparar a sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L., *Ficus microcarpa* L. f. e *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg., submersas em um riacho na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, SP. Neste, foi verificada a predominância quantitativa dos fungos zoospóricos e hifomicetos aquáticos durante a decomposição (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992).

Na mesma Reserva, Schoenlein-Crusius & Milanez (1998b) estudaram a sucessão fúngica ocorrida durante a decomposição de folhas de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. submersas em ambiente aquático e dispostas sobre o solo. Posteriormente, foram estudadas a sucessão de hifomicetos aquáticos e geofungos associados a decomposição de folhas de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas em um riacho na mata atlântica (Moreira 2002) e em dois reservatórios urbanos com diferentes níveis tróficos (Moreira 2006).

Entre os estudos brasileiros verifica-se algumas tendências quanto a distribuição dos fungos durante a decomposição dos substratos, com maior ocorrência de geofungos no início da sucessão, seguida pela dominância dos fungos zoospóricos ainda na fase inicial, enquanto os hifomicetos aquáticos são verificados em maior número na etapa intermediária, seguida pela dominância dos geofungos na etapa final. A diferença mais marcante entre os resultados obtidos pelos estudos brasileiros e pelos estrangeiros reside na dominância dos grupos de fungos durante a decomposição (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b, Moreira 2006), já que nos estudos brasileiros organismos zoospóricos e os geofungos parecem sobrepor os hifomicetos aquáticos (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b, Moreira 2006, Fagundes 2008, Dias 2008, Gruppi 2008, Aidar 2010)

1.4. Quantificação do ergosterol como ferramenta para medida da biomassa fúngica

Para o completo entendimento da cadeia de detritos, tanto nos ambientes aquáticos como nos terrestres, torna-se necessário conhecer os organismos responsáveis e as funções desenvolvidas por eles durante a decomposição (Newell 1992). As técnicas tradicionais possibilitam o estudo qualitativo da comunidade fúngica envolvida no processo de decomposição, mas com ressalvas, sendo necessário o conhecimento sobre a biomassa fúngica (Frankland 1992).

Dentre as técnicas desenvolvidas para verificação da biomassa fúngica, a quantificação da molécula de ergosterol mostrou-se satisfatória, sendo primeiramente desenvolvida para avaliação da contaminação fúngica em grãos armazenados (Seitz *et al.* 1979) e posteriormente aplicada em solos, folhedos e lodo ativado (Gessner & Schworbel 1991, Gessner *et al.* 1991).

O ergosterol é um lipídio da classe dos esteróis, dominante na maioria dos organismos pertencentes aos filos *Ascomycota* e *Basidiomycota* (Weete *et al.* 2010), constituinte da membrana celular e conseqüentemente ligado ao crescimento fúngico (Behalová *et al.* 1994, Gessner & Newell 2002).

Como já citado, representantes de praticamente todos os filos do Reino Fungi associam-se a substratos vegetais submersos e são detectados através de métodos tradicionais de identificação e por métodos moleculares (Nikolcheva & Bärlocher 2004, Shearer *et al.* 2007).

Os estudos realizados em regiões de clima temperado e alguns desenvolvidos em países de clima tropical sugerem que representantes os filos *Blastocladiomycota*, *Chytridiomycota*, antigo filo *Zygomycota*, *Oomycota* e *Hyphochytriomycota*, provavelmente atuam como coadjuvantes no processo de decomposição, enquanto os fungos pertencentes ao filo *Ascomycota*, incluindo os fungos anamórfos (*i.e.* hifomicetos aquáticos) assumam o papel principal no processo (Bärlocher 1992a, b, Suberkropp 1992, Gessner *et al.* 2007).

A quantificação tornou-se a maneira mais adequada para estimar a biomassa de ascomicetos, fungos anamórfos e basidiomicetos em estudos ecológicos desenvolvidos em ambientes aquáticos (Bärlocher 1992b, Kominková *et al.* 2000, Gessner *et al.* 2003, Gessner *et al.* 2007), pelo fato do ergosterol não ser dominante nos organismos considerados como coadjuvantes no processo de decomposição (Weete *et al.* 2010),

A produção de ergosterol pode estar relacionada às características específicas das espécies de fungos, podendo variar de espécie para espécie ou em uma mesma espécie durante as diferentes fases do ciclo de vida (Newell 1992, Gessner & Chauvet 1993). Somado a isto, uma infinidade de fatores, como idade da colônia, taxa de crescimento, disponibilidade de carbono e outros nutrientes, temperatura e oxigênio, afetam a produção deste metabólito

(Newell 1992, Gessner & Chauvet 1993, Gessner & Newell 2002, Medeiros *et al.* 2009, Silva *et al.* 2010).

Estudos realizados em ambientes temperados correlacionam o enriquecimento das águas por nutrientes à elevação da esporulação dos hifomicetos aquáticos e da concentração de biomassa fúngica (Gessner & Chauvet 1994, Baldy *et al.* 1995, Sridhar & Bärlocher 1997, Suberkropp 1998, Gulis & Suberkropp 2003a,b, van Ryckegem *et al.* 2007, Sridhar & Bärlocher 2000).

No Brasil o primeiro estudo conduzido com o objetivo de avaliar os teores de ergosterol contidos em folheto submerso foi realizado por Malosso (1999) em dois sistemas aquáticos: no Rio do Monjolino, localizado no município de São Carlos, SP e na Represa do Guarapiranga, na cidade de São Paulo. Os resultados demonstraram concentrações de ergosterol mais elevadas na Represa do Guarapiranga, ecossistema mais rico em nutrientes, além de mostrarem que nem sempre amostras de folheto intensivamente colonizadas por hifomicetos aquáticos possuem teores altos de ergosterol, sendo em muitos casos verificada correlação inversa entre as duas variáveis.

Posteriormente, Schoenlein-Crusius *et al.* (comunicação pessoal) realizaram estudo que objetivou o levantamento de hifomicetos aquáticos e a quantificação dos teores de ergosterol em folhas, submersas em cinco pontos de um riacho localizado na mata atlântica de Paranapiacaba e não verificaram correlação entre a riqueza de espécies e as concentrações de ergosterol das folhas. Moreira (2006) a fim de verificar possíveis influências do nível trófico das águas de dois reservatórios sobre a biomassa de fungos associados à folhas de *Tibouchina pulchra* Cogn., verificou maiores concentrações de ergosterol nas folhas submersas no reservatório hipereutrófico.

De maneira a determinar a contribuição da comunidade microbiana e de invertebrados associadas ao processo de decomposição em ambientes tropicais, temperados e mediterrâneos, Gonçalves *et al.* (2006) acompanharam a decomposição de folhas de *Alnus glutinosa* em três rios, localizados no Cerrado brasileiro, em região montanhosa e região mediterrânea de Portugal. Os resultados demonstraram colonização mais intensa das folhas coletadas no ambiente temperado, seguidas pelas do Cerrado brasileiro e pelas do Mediterrâneo.

Em estudo complementar, Gonçalves *et al.* (2007), compararam a decomposição de folhas de *Protium brasiliense* (Spreng.) Engl. em dois riachos localizados no Cerrado brasileiro e em região montanhosa portuguesa. Juntamente à taxa de decomposição os autores verificaram a produção de ergosterol, ATP (adenosina trifosfato), taxa de esporulação de hifomicetos aquáticos presentes durante a decomposição e os invertebrados associados ao

folheto. Assim como no estudo anterior, os resultados demonstraram maiores concentrações de ergosterol nas folhas coletadas no ambiente temperado.

Os avanços na utilização da quantificação do ergosterol como metodologia para mensuração da biomassa fúngica associada à substratos submersos foram grandes nas últimas décadas. Apesar disto, os estudos realizados no Brasil são poucos e um maior acúmulo de dados é necessário.

Os estudos que visam avaliar as comunidades fúngicas, quanto a diversidade e a quantificação de biomassa expressa pelo teor de ergosterol, associadas a substratos submersos no Brasil são ainda escassos, se comparados aos realizados em regiões de clima temperado e até mesmo outras regiões tropicais, principalmente quando se refere às áreas urbanas. Em estudo realizado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009), verificou-se riqueza de hifomicetos aquáticos compatível às verificadas em áreas preservadas, sendo registradas duas novas citações para a América do Sul e três para o Brasil. Estes resultados demonstram a importância de se estudar as áreas urbanas, muitas vezes negligenciadas e subestimada quanto a sua relevância frente a distribuição geográfica destes microrganismos.

2. Objetivos:

- Verificar a ocorrência, riqueza e sucessão de táxons de hifomicetos associados à folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersos em dois lagos artificiais, situados em dois Parques Municipais da Cidade de São Paulo;
- Ampliar o conhecimento sobre a distribuição dos hifomicetos em áreas urbanas do Brasil e contribuir para o melhor conhecimento das características ecológicas apresentadas por esses fungos;
- Comparar os teores de micro e macronutrientes e de ergosterol contidos nos folíolos e folhas submersos, durante o processo de decomposição nos dois lagos;
- Verificar as possíveis influências dos teores de micro e macronutrientes contidos nas folhas e de alguns parâmetros abióticos das águas dos lagos, sobre a presença dos hifomicetos associados aos substratos em decomposição.

3. Material e Métodos

3.1. Características das áreas de estudo

A Mata Atlântica é considerada um conjunto de florestas que se localiza no lado leste do continente Sul Americano sendo, no passado, responsável por cobrir toda a área de encostas e montanhas banhadas pelo Oceano Atlântico, do norte ao sul do país, em muitos lugares avançando para o interior. Atualmente apresenta-se reduzida, situando-se do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, com altitudes que variam de 800 a 2000 m. As maiores áreas preservadas encontram-se no litoral com algumas pequenas extensões no interior, tendo seus maiores trechos remanescentes na Serra do Mar do Estado de São Paulo (Mazzoni-Viveiros 1996, SMA 2000, Conti & Furlan 2003).

As duas áreas selecionadas para o desenvolvimento dos experimentos são remanescentes de Mata Atlântica, apesar de inseridas na área urbana da cidade de São Paulo (Figura 1). A primeira área, o Parque Municipal Alfredo Volpi está localizado no Bairro do Morumbi, na Zona Oeste da cidade de São Paulo (23°35'16"S e 46°42'09"W) e foi criado visando à preservação ambiental (Figura 1). Possui 142.432 m² com significativa área verde, composta por remanescente de vegetação de Mata Atlântica e por espécies introduzidas. É entrecortado por duas nascentes d'água perenes e três lagos (Figura 2), que somam uma área total de 2.649 m² e pertencem ao sistema Bacia Hidrográfica do Pirajussara (SMVMA 2011). A mata do parque ocupa área de 115,189 m², constituída por espécimes arbóreos característicos da Mata Atlântica, como espécies de Jequitibás (*Cariniana* sp.), Canelas-de-cheiro (*Ocotea* sp.), Ipês (*Tabebuia* sp.), entre outras (SMVMA 2011).

O lago escolhido para a montagem do experimento localiza-se (Figura 2) próximo a entrada do parque e é abastecido pelas duas nascentes perenes, situadas na parte alta do parque, uma nascente sazonal e três bocas de lobo, que recebem águas pluviais acrescidas de efluentes orgânicos provindos da rua circundante ao parque (SMVMA 2006). No estudo realizado pela Secretaria Municipal do Verde Meio Ambiente (SMVMA 2010), na maior parte do ano as águas situadas no parque apresentam concentrações baixas de oxigênio dissolvido (4 - 6 mg L⁻¹), alta demanda química de oxigênio (19 mg L⁻¹), altas quantidades de coliformes termotolerantes, concentrações decrescentes de fósforo total ao longo do ano e concentrações altas de nitrogênio amoniacal em alguns meses, sendo variável de acordo com o ponto estudado. Assim, concluíram, com base no cálculo do I.Q.A. (Índice de Qualidade da Água) que as águas do parque são de qualidade boa à regular e hipereutróficas.

A segunda área selecionada, o Parque Municipal Burler Marx (Figura 1), situa-se no Bairro do Campo Limpo, Zona Sul da cidade de São Paulo (23°37'56.32"S e 46°43'20.91"W). Foi inaugurado em 29 de setembro de 1995, através do Decreto nº 35.537/95.

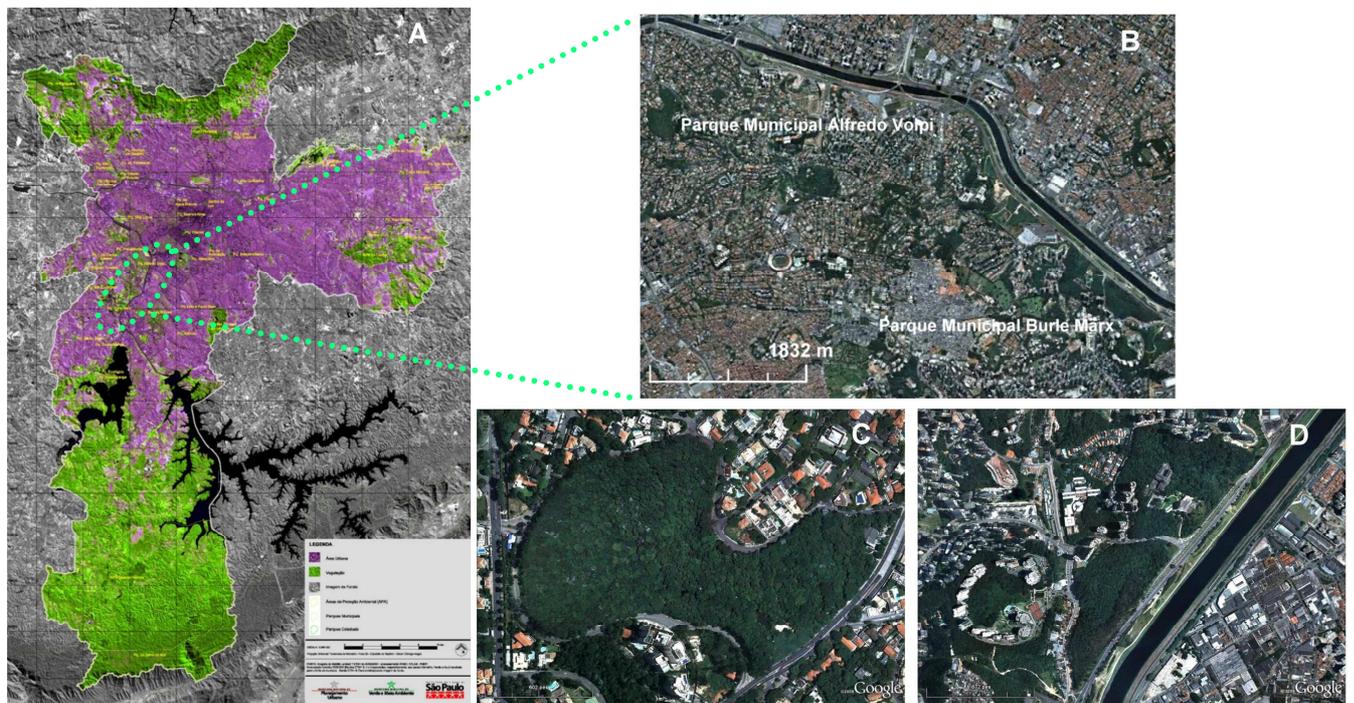


Figura 1. Localização dos Parques Municipais escolhidos para desenvolvimento do estudo. A. Áreas verdes da cidade de São Paulo. B. Vista aérea das duas áreas de estudo. C. Vista aérea do Parque Municipal Alfredo Volpi. D. Vista aérea do Parque Municipal Burle Marx. Fonte: SMMA (2002), Google Earth (2011), modificado.

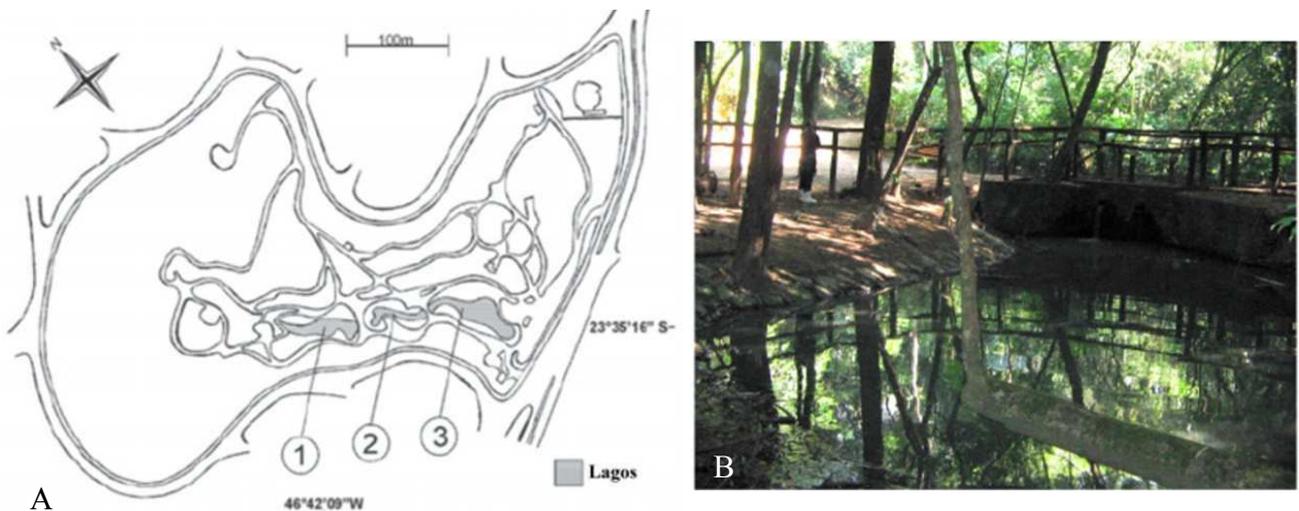


Figura 2. A. Esquematização da área do Parque Municipal Alfredo Volpi, em detalhe os lagos numerados 1, 2 e 3, destacados em cinza. Lago 3 – utilizado para o desenvolvimento do presente estudo. B. Foto do lago utilizado para o desenvolvimento da primeira etapa do presente estudo. Fonte: CPHN (1988), modificado.

O parque ocupa uma área de 456.884 m², dividida em 438.572 m² de vegetação nativa e implantada (ajardinada), 15.644 m² de pisos impermeáveis, 148 m² de edificações e 2.252 m² perfazem dois lagos (Figura 1). Entre as espécies vegetais nativas estão *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (pau-ferro), *Caesalpinia pluviosa* DC (sibipiruna), espécies de *Tabebuia* sp. (os ipês), entre outras (SVMA 2006).

Os lagos situados no parque são supridos por uma nascente d'água que pertence ao sistema da Bacia Hidrográfica do Pirajussara (SMVMA 2011). O lago escolhido para o desenvolvimento da segunda etapa do experimento (Figura 3) é circundado por vegetação nativa e por espécies implantadas. De acordo com o I.Q.A (Índice de Qualidade da Água) a água do lago foi classificada como boa nos meses de fevereiro, junho e agosto e regular nos outros meses, sendo classificada como hipereutrófica (SMVMA 2010).

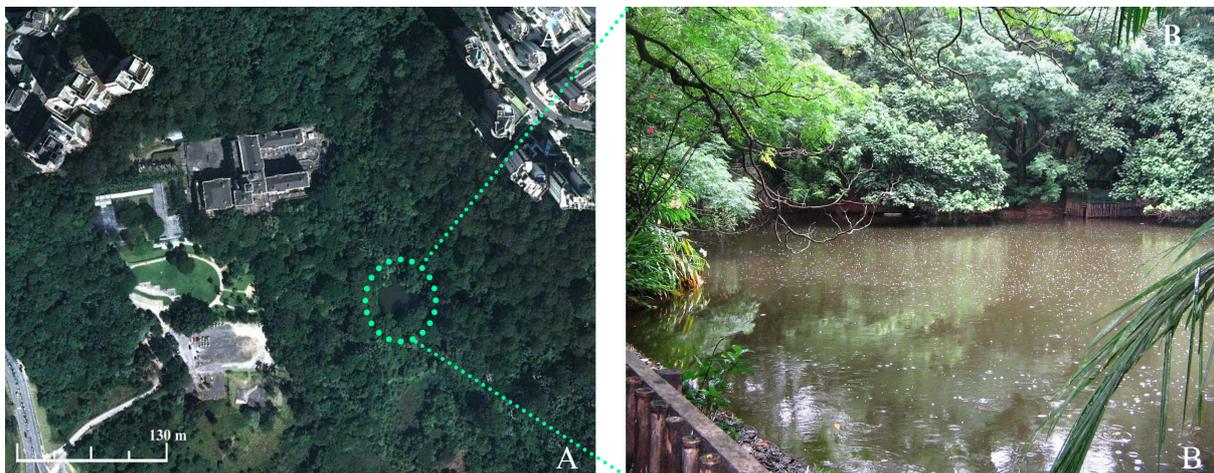


Figura 3. A. Vista aérea do lago do Parque Municipal Burle Marx. B. Foto do lago utilizado para o desenvolvimento da segunda etapa do presente estudo. Fonte: Google Earth (2011), modificado.

3.2. Montagens dos experimentos e coletas dos substratos foliares

Para o desenvolvimento do estudo, o projeto foi dividido em duas etapas, sendo a primeira conduzida no Parque Municipal Alfredo Volpi e a segunda no Parque Municipal Burle Marx. Ambas foram desenvolvidas na época seca, entre abril e setembro de 2008 e abril e outubro de 2009, respectivamente. Os mesmos procedimentos e metodologias, no campo e no laboratório, foram aplicados aos dois experimentos.

Para montagem dos experimentos foram selecionados, um exemplar de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) e um de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (cambuci), ambos localizados no Parque Municipal Alfredo Volpi.

Entre os meses de fevereiro a março de 2008 e 2009 folíolos de *Cae. echinata* (PS) e folhas de *Cam. phaea* (CS) foram coletados diretamente da serapilheira distribuída no entorno de cada exemplar, acondicionados separadamente, em caixas de papelão distintas para secagem ao ar livre até o dia da montagem dos experimentos. Os folíolos (PF) e as folhas frescas (CF) foram coletados diretamente dos espécimes vegetais selecionados, no dia da montagem dos experimentos nos anos de 2008 e 2009, de modo a possibilitar a submersão das folhas ainda frescas.

Para cada etapa do experimento, os folíolos e as folhas, frescos e coletados da serapilheira, foram colocados separadamente em quatro caixas de plástico (47,5 cm de comprimento, 28,5 cm de largura e 14,0 cm de altura). As caixas possuíam perfurações laterais e, por isso foram cobertas no interior com malha de náilon de 1mm de diâmetro, de forma a possibilitar a circulação de água, evitando a perda do folhedo e a entrada de vertebrados aquáticos. Foram utilizadas quatro caixas por experimento, cada uma contendo um tipo de substrato (Figura 4).

As quatro caixas foram submersas concomitantemente em abril de 2008 à margem do lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi (23° 35'17.7"S e 46°42'05.5"W) e em abril de 2009 à margem do lago situado no Parque Municipal Burle Marx (23°37'54.28"S e 46°43'14.42"W), até a profundidade que possibilitasse a total submersão. A quantidade de folhedo colocada em cada caixa seguiu as diferentes necessidades do experimento, sendo padronizada de acordo com cada espécie vegetal, já que os folíolos e folhas possuem tamanhos diferentes (Figura 4).

Entre os meses de maio e setembro de 2008 e posteriormente de maio a setembro de 2009, mensalmente, alíquotas de 600 unidades de cada tipo de folíolo (PF e PS) e de 300 unidades de cada tipo de folha (CF e CS) foram retiradas das caixas, acondicionadas em frascos plásticos distintos, juntamente com água do local (para evitar ressecamento) e transportadas ao laboratório. Posteriormente cada tipo de amostra (PF, PS, CF e CS) foi lavada com água corrente e dividida em três alíquotas, destinadas para: a verificação da comunidade de hifomicetos associados, a quantificação do teor de ergosterol e para a análise química de alguns macro e micronutrientes. Para o isolamento dos fungos foram utilizados 100 folíolos de *Cae. echinata* e 50 de *Cam. phaeae*. Para a determinação do ergosterol foram utilizados 300 folíolos e 150 folhas e para as análises químicas foram 200 folíolos e 100 folhas.

Durante as coletas alguns parâmetros abióticos da água do lago, tais como temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH, foram medidos com auxílio de equipamento U₁₀ da Horiba. As variáveis climáticas dos anos de 2008 e 2009 foram cedidas pela Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia e Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.



Figura 4. Montagem do experimento. A. Caixa com folíolos frescos de *Cae. echinata*. B. Caixa fechada. C. Caixas sendo submersas no lago do Parque Municipal Alfredo Volpi. D. Caixa submersa no lago do Parque Municipal Burle Marx.

3.3. Observação e identificação dos táxons de hifomicetos

Em cada etapa do estudo e para cada tipo de folheto (PF, PS, CF, CS) foram aplicados os procedimentos descritos a seguir.

Separadamente as alíquotas de 100 folíolos e 50 folhas, de cada substrato (PF, PS, CF e CS) foram submetidas à técnica de lavagem sucessiva descrita por Pugh *et al.* (1972) e adaptada por Grandi & Gusmão (1998), para retirada mecânica dos propágulos aderidos à superfície foliar. Após lavagem, parte das alíquotas de cada substrato foi fragmentada com

auxílio de um vazador previamente esterilizado em discos (5mm de diâmetro) e parte foi segmentada em pequenos fragmentos, com auxílio de um estilete previamente esterilizado.

Os discos, pertencentes a cada tipo de substrato, foram incubados em placas de Petri preenchidas com água destilada esterilizada (Ingold 1975). Para cada substrato (PF, PS, CF e CS) foram incubadas cinco placas de Petri, cada uma com 30 discos, totalizando 20 placas de Petri por coleta. Os pequenos fragmentos, obtidos através do uso do estilete, foram incubados em câmaras-úmidas (Harley & Waid 1955), sendo montada uma para cada tipo de substrato em cada coleta, totalizando quatro câmaras-úmidas por coleta. Somando as placas de Petri contendo água destilada esterilizada e as câmaras-úmidas, em cada coleta foram montadas 24 placas de Petri, totalizando 144 placas do tempo zero (T_0) à quinta coleta na etapa desenvolvida no Parque Municipal Alfredo Volpi e outras 144 placas na etapa desenvolvida no Parque Municipal Burle Marx (Figura 5).

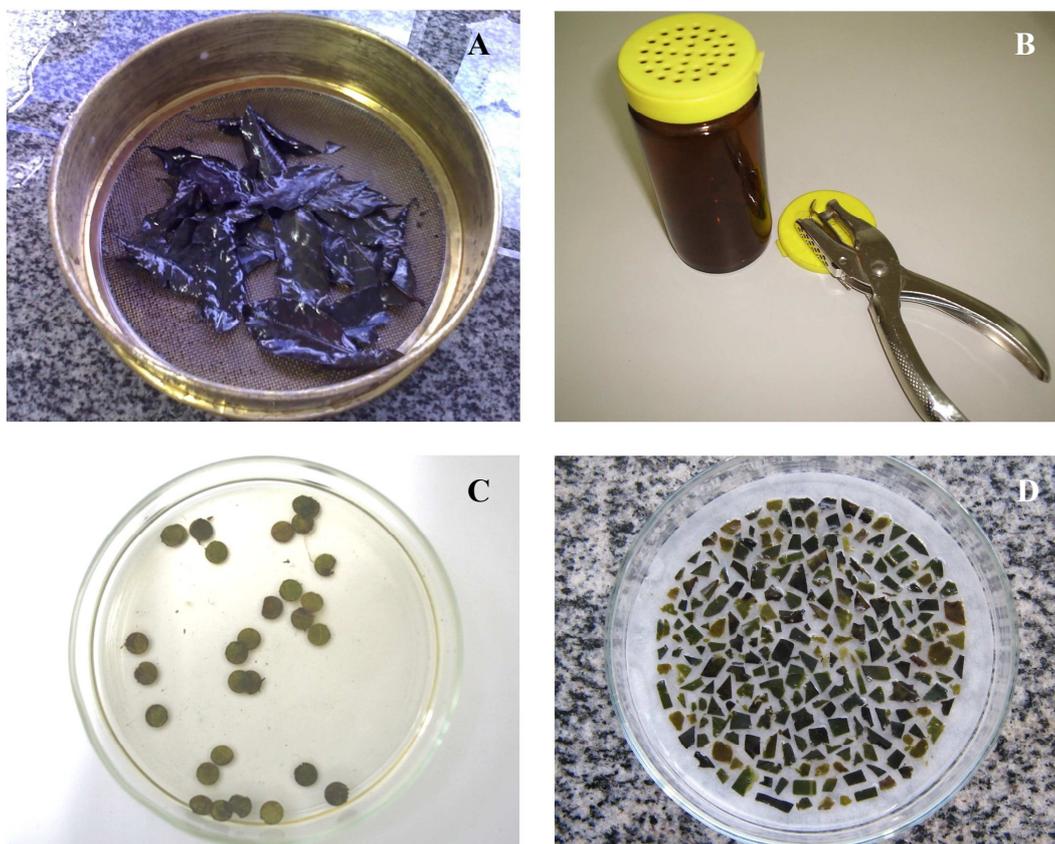


Figura 5. Processamento das amostras para obtenção dos fungos. A. Peneira utilizada para lavagem dos substratos em água corrente. B. Furador, utilizado para fragmentação dos folíolos e folhas e, pote de vidro utilizado para realização da lavem sucessiva dos discos e fragmentos foliares. C. Placa de Petri contendo 30 fragmentos foliares incubados em água destilada esterilizada. D. Câmara-úmida contendo 200 fragmentos foliares.

Após três dias, os folíolos e folhas incubados em água passaram a ser observados diariamente, durante um mês, inicialmente ao microscópio estereoscópico, seguido pela observação ao microscópio óptico. Os discos das folhas e folíolos colonizados foram transferidos para lâminas e observados ao microscópio óptico a procura de estruturas reprodutivas dos hifomicetos aquáticos e/ou facultativos em suas bordas.

As folhas e folíolos incubados em câmaras-úmidas começaram a ser observados após 15 dias, durante dois meses, sob microscópio estereoscópico, a procura de estruturas de reprodução pertencentes aos hifomicetos aquáticos e/ou facultativos. Os fungos foram isolados, diretamente dos detritos, sob o microscópio estereoscópico com auxílio de pequenas seringas e colocados em lâminas permanentes preparadas com meio de montagem PVLG + AA (álcool polivinílico+ ácido láctico + glicerina + azul-de-algodão) (Morton *et al.* 1993). Após secagem da resina, as lâminas foram observadas em microscópio óptico, para identificação dos táxons isolados.

Os táxons de hifomicetos foram identificados através de consultas à chaves de identificação e literatura específicas (Nilsson 1964, Barron 1968, Matsushima 1971, 1980, 1993a,b, Ellis 1971, Singh 1972, Ingold 1975, Nawawi 1975, Hughes 1979, Kuthubutheen & Nawawi 1987, Gusmão & Gandi 1996, Grandi & Attili 1996, Descals 1997, Marvanová 1997, Barnett & Hunter 1999, Grandi & Gusmão 2002a,b, Paulus & Gadek 2004, Barbosa & Gusmão 2005, Gulis *et al.* 2005, Marvanová & Laichmanová 2007 e Silva & Grandi 2008).

Os táxons de hifomicetos aquáticos e facultativos foram registrados em tabelas, confeccionadas para comparação da riqueza (número de táxons), frequência de ocorrência e sucessão fúngica ocorrida em cada tipo de folha.

A frequência de ocorrência (F) dos táxons de fungos foi calculada de acordo com Zak & Willig (2004) onde: $F (\%) = (\text{ocorrência de um táxon/número total de amostras examinadas}) \times 100$, sendo cada coleta considerada uma unidade amostral. Para comparação das comunidades fúngicas associadas a cada tipo de substrato foliar e a cada coleta, foi aplicado o índice de similaridade de Sørensen (S) (Müller-Dombois & Ellenberg 1974) através da fórmula: $S (\%) = [2 \times C / (A + B)] \times 100$, onde A: número de táxons verificados em um dos substratos ou em uma das coletas; B: número de táxons de um substrato foliar distinto ou a outra coleta a ser comparada; C: número de táxons em comum aos dois substratos foliares comparados ou às duas coletas comparadas (A e B).

3.4. Quantificação dos teores de ergosterol contidos nos substratos foliares

A avaliação dos teores de ergosterol contidos nos substratos, coletados nos anos de 2008 e 2009, foi realizada de acordo com os protocolos descritos em Gessner & Chauvet

(1993), Miler *et al.* (1998), Montgomery *et al.* (2000) consorciados e aperfeiçoados por Silva *et al.* (2010). Para isso, cada tipo de substrato foliar, coletado mensalmente, foi submetido à extração através da saponificação alcoólica, com posterior fracionamento em N-Hexano, ressuspensão em metanol e leitura em HPLC (High Performance Liquid Chromatography/Cromatografia Líquida de Alta Precisão). Para leitura, foram utilizadas alíquotas de 20 µL do extrato, injetadas manualmente em cromatógrafo líquido de alta precisão (Varian – Pro Star 325) equipado com coluna C18 (micerosorb-mv em 5 – 250/ 4. mm). Na fase móvel foi utilizado metanol MERCK – HPLC com taxa de fluxo de 2 mL min⁻¹ e a detecção do ergosterol realizada em luz UV, comprimento de onda de 282 nm, em sala refrigerada a 21 °C. O cálculo da biomassa fúngica no folheto foi realizado utilizando-se os valores das concentrações de ergosterol, convertidos em µg de ergosterol por g de folíolos/folhas secos.

As diferenças entre os teores de ergosterol encontrados foram submetidos à análise de variância para dois fatores (“two-way” ANOVA) com tempo e tipos de substratos como fatores. As análises estatísticas foram realizada através do programa estatístico PAST versão 2.07.

3.5. Análise química dos substratos foliares

Amostras secas e moídas (5g) de cada tipo de folheto obtido em cada coleta, foram enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), em Piracicaba, SP, para análise dos teores de nitrogênio (g Kg⁻¹) pelo método de micro-Kjedahl, fósforo (g Kg⁻¹) pelo método colorimétrico, potássio (g Kg⁻¹) por fotometria de chama e enxofre (g Kg⁻¹) por turbidimetria. Cálcio (g Kg⁻¹), magnésio (g Kg⁻¹), cobre (mg Kg⁻¹), ferro (mg Kg⁻¹), manganês (mg Kg⁻¹) e zinco (mg Kg⁻¹) foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica, Os métodos analíticos foram baseados em Sarruge & Haag (1974).

Para comparação dos dados todas as análises descritas acima, do item 3.3 ao item 3.5, foram realizadas nos folíolos e folhas em “tempo zero” (T₀), ou seja, antes de serem submersos. A verificação da comunidade fúngica e dos teores de ergosterol foram realizados nos quatro tipos de substratos (PF, OS, CF e CS), enquanto a análise dos teores de micro e macronutrientes foram realizadas apenas nos folíolos e folhas frescos.

4. Resultados

4.1. Variáveis Climáticas

No ano de 2008, a temperatura média do ar variou de 16,1 °C em julho a 22,1 °C em fevereiro. O valor mais baixo de precipitação pluviométrica foi registrado no mês de julho com 0,4 mm e o maior no mês de janeiro com 263,2 mm (Figura 6).

No ano de 2009, a temperatura média do ar variou de 14,8 °C no mês de junho a 23,3 °C no mês de novembro. O valor mais baixo de precipitação, 41,7 mm foi registrado no mês de junho, enquanto o mais alto, 247,3 no mês de março (Figura 7).

Se avaliados apenas os períodos de desenvolvimento dos experimentos, abril a setembro dos anos de 2008 e 2009, a primeira etapa apresentou os menores valores médios de temperatura do ar e de precipitação pluviométrica no mês de julho (16,1 °C e 0,4 mm) (Figura 6) e os maiores valores médios no mês de abril, com 20,2 °C e 121,8 mm (Figura 6). A segunda etapa do experimento apresentou os menores valores médios de temperatura do ar e de precipitação pluviométrica no mês de junho (14,8 °C e 41,7 mm) (Figura 7), o maior valor médio de temperatura do ar, 19,5 °C no mês de abril e o maior valor médio de precipitação pluviométrica no mês de setembro, com 202,5 mm (Figura 7).

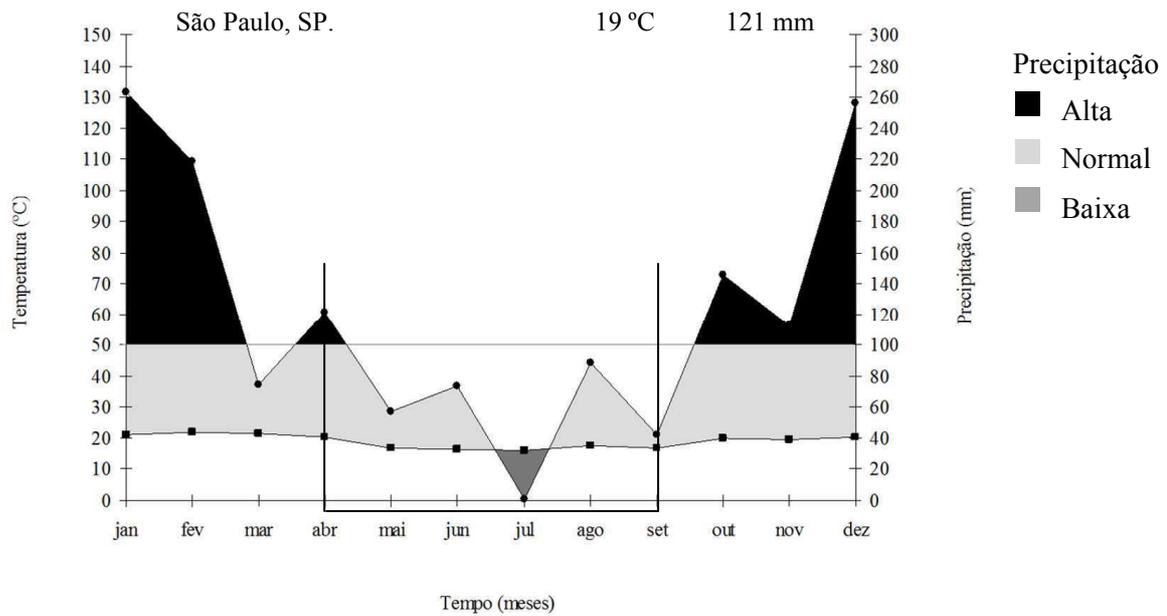


Figura 6. Climatograma do ano de 2008, construído segundo Walter & Lieth (1960), através de dados fornecidos pela Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia e Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, Legenda: ■ – Temperatura (°C), ● – Precipitação (mm), □ - período de desenvolvimento do experimento (meses).

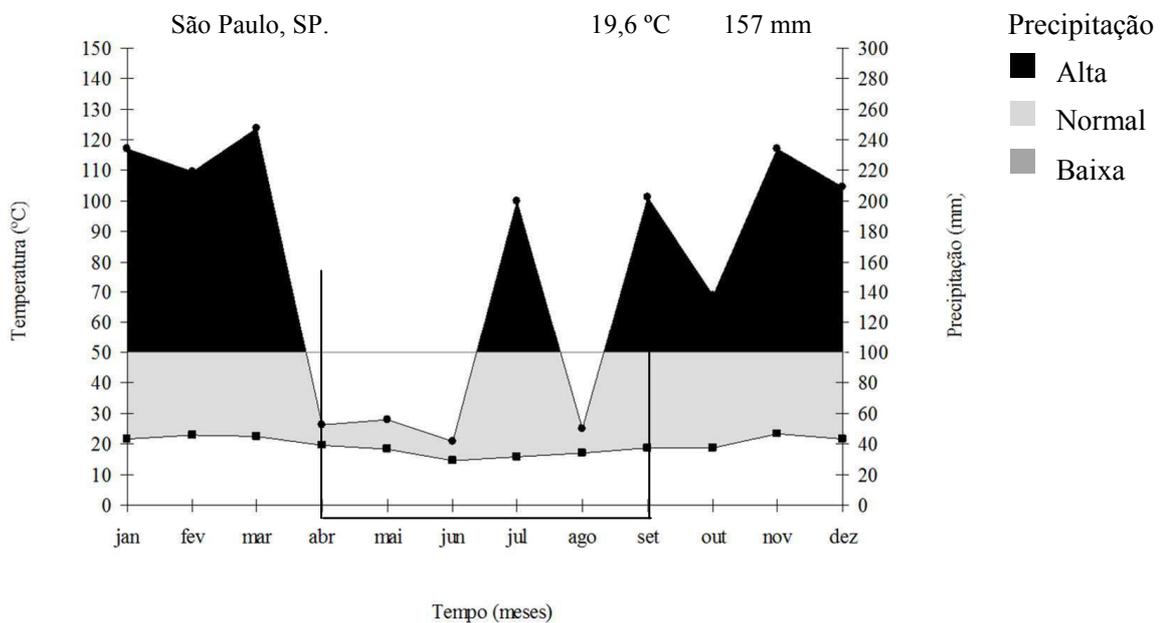


Figura 7. Climatograma do ano de 2009, construído segundo Walter & Lieth (1960), através de dados fornecidos pela Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia e Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, Legenda: ■ – Temperatura (°C), ● – Precipitação (mm), □ - período de desenvolvimento do experimento (meses).

4.2. Variáveis abióticas das águas dos lagos

4.2.1. Parque Municipal Alfredo Volpi

Os dados abióticos das águas do lago, mensurados ao lado das caixas de plástico, estão apresentados na Tabela 1. A temperatura da água mostrou variação máxima de 5 °C durante os meses de coleta, com valor mínimo de 15°C na segunda coleta e máximo de 20°C, no dia de submersão das caixas. O oxigênio dissolvido mostrou-se variável, com valor mínimo de 2,4 mg.L⁻¹ no dia da submersão e máximo de 6,2 mg.L⁻¹ na quinta e última coleta. Os valores o pH da água variaram entre 4,8 na quinta coleta e 6,8 na primeira coleta. Os valores de condutividade variaram de 60 μS.cm⁻¹ no dia da submersão, primeira e segunda coleta a 82 μS.cm⁻¹ na quinta coleta.

4.2.2. Parque Municipal Burle Marx

Os dados abióticos das águas do lago, mensuradas ao lado das caixas de plástico, estão apresentados na Tabela 2. A temperatura apresentou variação de 6 °C, com valores mínimos de 16,9 °C, na terceira coleta e máximos de 22,5 °C, no dia da submersão das caixas. Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 4,4 mg.L⁻¹ na quinta coleta a 8,8 na segunda coleta. Os valores de pH da água variaram entre 6,5 na quarta coleta e 7,9 na terceira coleta. Os valores de condutividade variaram de 39 μS.cm⁻¹ na quinta coleta a 61 μS.cm⁻¹ na primeira coleta.

Tabela 1. Valores individuais das variáveis abióticas mensuradas nas coletas mensais, do período de abril a setembro de 2008, realizadas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi.

Coletas	T₀	1^a	2^a	3^a	4^a	5^a
Variáveis/Datas	23/4	23/5	24/6	23/7	28/8	25/9
Temperatura (C°)	20,0	17,0	15,0	15,8	17,7	16,6
O₂ Dissolvido (mg. L⁻¹)	2,4	5,3	6,0	5,1	3,5	6,2
pH	5,8	6,8	5,8	5,5	6,1	4,8
Condutividade (µS. cm⁻¹)	60,0	60,0	60,0	66,0	75,0	82,0

Tabela 2. Valores individuais das variáveis abióticas mensuradas nas coletas mensais, do período de abril a setembro de 2009, realizadas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx.

Coletas	T₀	1^a	2^a	3^a	4^a	5^a
Variáveis/Datas	29/4	29/5	30/6	29/7	26/8	28/9
Temperatura (C°)	22,5	21,1	17,1	16,9	20,7	18,2
O₂ Dissolvido (mg. L⁻¹)	7,7	8,2	8,8	6,5	8,5	4,4
pH	6,7	7,0	7,4	7,9	6,5	7,4
Condutividade (µS. cm⁻¹)	56,0	61,0	57,0	46,0	54,0	39,0

4.3. Ocorrência, riqueza e sucessão de hifomicetos

4.3.1. Parque Municipal Alfredo Volpi

a) Riqueza geral de táxons de hifomicetos

Foram registrados 33 táxons em um total de 177 ocorrências de hifomicetos associados aos quatro tipos de substratos, sendo 11 aquáticos ou ingoldianos, 14 terrestres e oito facultativos (Tabela 3). Entre os táxons de maior ocorrência estão *Blodgettia indica* e fungo não identificado sp.1 ambos com 19 ocorrências; *Endophragmiella* sp. com 17 ocorrências; *Pyramidospora* sp. com 15 ocorrências; *Rhinocladiella cristaspora* com 13 ocorrências; *Triscelophorus monosporus* com 11 ocorrências; *Pyramidospora casuarinae* e *Beltrania rhombica*, com dez ocorrências. O número total de táxons variou de dois a 14 durante todo o período de estudo, de acordo com o substrato em decomposição (Tabela 3).

b) Ocorrência de táxons de hifomicetos de acordo com o substrato

Quando somadas as riquezas dos táxons associados aos substratos frescos e da serapilheira, de cada uma das espécies vegetais, verificou-se 24 hifomicetos associados aos folíolos de *Cae. echinata* e 23 associados às folhas de *Cam. phaea*, com dez táxons exclusivos aos folíolos da primeira, nove exclusivos às folhas da segunda e 14 comuns às duas espécies vegetais (Tabela 4).

Verifica-se similaridade de 60% entre as micotas associadas às duas espécies vegetais, durante toda a primeira fase do experimento (Tabela 4). A similaridade geral entre as micotas registradas nos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* foi de 77% e nas folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* foi de 72%.

Dentre os táxons registrados, *Anguillospora crassa*, *Beltraniella* sp., *Chaetopsina splendida*, *Cladosporium cladosporioides*, Fungo não identificado sp. 2, *Repetophragma filiferum*, *Thozetella cf. canadensis*, *Tridentaria* sp., *Triposporium* sp. e *Varicosporium elodeae* foram verificados apenas nos folíolos de *Cae. echinata*, enquanto os táxons *Dictyochaeta cf. simplex*, *Dictyochaeta* sp.2, *Verticillium albo-atrum*, *Lunulospora curvula*, *Thozetella cf. cristata*, *Thozetella cf. havanensis*, *Thozetella cf. queenslandica*, *Thozetella cf. falcata* e *Thozetella* sp. 1, foram verificados apenas nas folhas de *Cam. phaea*. *Anguillospora longissima*, *Beltrania rhombica*, *Blodgettia indica*, *Camposporium antennatum*, *Sporidesmium* sp., *Endophragmiella* sp., fungo não identificado sp. 1, *Cladosporium sphaerospermum*, *Pyramidospora casuarinae*, *Pyramidospora* sp., *Rhinocladiella cristaspora*, *Triscelophorus monosporus*, *Triscelophorus acuminatus* e *Triscelophorus* sp. foram comuns às duas espécies de folhas (Tabela 4).

Tabela 3. Ocorrência de táxons de hifomicetos associados aos folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas frescas e da serapilheira de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersos no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2008. Legenda: T₀ – tempo zero, PF – folíolos frescos de *Cae. echinata*, PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Cam. phaea*, CS – folha de *Cam. phaea* da serapilheira e T – Total de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Taxons	T ₀				1ª coleta				2ª coleta				3ª coleta				4ª coleta				5ª coleta				T				
	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS		PF	PS	CF	CS
<i>Anguillospora crassa</i> Ingold									x																				1
<i>Anguillospora longissima</i> (Sacc. & Syd.) Ingold													x													x		2	
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	x	x	x	x	x	x		x	x				x		x	x												10	
<i>Beltraniella</i> sp.	x								x																			2	
<i>Blodgettia indica</i> Subram.					x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	
<i>Camposporium antennatum</i> Harkn.												x	x															2	
<i>Chaetopsina splendida</i> B. Sutton & Hodges	x																											1	
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	x	x	x	x	x	x		x				x					x											9	
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fes.) De Vries	x	x																										2	
<i>Dictyochaeta cf. simplex</i> (S. Hughes & W.B. Kendr.)								x																				1	
<i>Dictyochaeta</i> sp.											x																	1	
<i>Endophragmiella</i> sp.					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x	17		
Fungo não identificado sp. 1					x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	19		

Tabela 4. Ocorrência geral de táxons de hifomicetos associados aos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2008.

Táxons	Espécie Vegetal	
	<i>Cae. echinata</i>	<i>Cam. phaea</i>
Hifomicetos aquáticos		
<i>Anguillospora crassa</i>	x	
<i>Anguillospora longissima</i>	x	x
Fungo não identificado sp. 1	x	x
<i>Lunulospora curvula</i> Ingold		x
<i>Pyramidospora casuarinae</i>	x	x
<i>Pyramidospora</i> sp.	x	x
<i>Tridentaria</i> sp.	x	
<i>Triscelophorus acuminatus</i>	x	x
<i>Triscelophorus monosporus</i>	x	x
<i>Triscelophorus</i> sp.	x	x
<i>Varicosporium elodeae</i>	x	
Hifomicetos facultativos		
<i>Blodgettia indica</i>	x	x
<i>Beltrania rhombica</i>	x	x
<i>Camposporium antennatum</i>	x	x
<i>Dictyochaeta cf. simplex</i>		x
<i>Dictyochaeta</i> sp.		x
<i>Endophragmiella</i> sp.	x	x
<i>Rhinocladiella cristaspora</i>	x	x
<i>Sporidesmium</i> sp.	x	x
Hifomicetos terrestres		
<i>Beltraniella</i> sp.	x	
<i>Chaetopsina splendida</i>	x	
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	x	
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x	x
Fungo não identificado sp. 2	x	
<i>Repetophragma filiferum</i>	x	
<i>Thozetella cf. cristata</i>		x
<i>Thozetella cf. havanensis</i>		x
<i>Thozetella cf. queenslandica</i>		x

<i>Thozetella cf. falcata</i>		x
<i>Thozetella cf. canadensis</i>	x	
<i>Thozetella</i> sp. 1		x
<i>Triposporium</i> sp.	x	
<i>Verticillium albo-atrum</i>		x
Riqueza de táxons – 33	24	23
Índice de Similaridade Geral	60%	

Nos folíolos frescos de *Cae. echinata* foram registrados 21 táxons de hifomicetos, sendo sete aquáticos, oito terrestres e seis facultativos (Tabela 5). No tempo zero (T₀) foram registrados os táxons *Beltraniella* sp., *Beltrania rhombica*, *Chaetopsina splendida*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium sphaerospermum* e *Triposporium* sp. Dentre estes, dois voltaram a ocorrer em etapas posteriores da sucessão fúngica, sendo registrada *B. rhombica* na primeira coleta e *C. sphaerospermum* na primeira e na quarta coletas (Tabela 5).

Na primeira coleta os sete táxons associados aos folíolos frescos de *Cae. echinata* foram *C. sphaerospermum*, *B. rhombica*, *Triscelophorus monosporus*, *Pyramidospora* sp., *Blodgettia indica*, *Endophragmiella* sp. e fungo não identificado sp.1 (Tabela 5). Entre estes, três hifomicetos aquáticos, três facultativos e um terrestre.

Na segunda coleta foram verificados cinco táxons, dentre eles *Reptophragma filiferum* e *Rhinocladiella cristaspora* foram registrados pela primeira vez na sucessão dos táxons (Tabela 5). Nesta coleta foram verificados três hifomicetos facultativos, um aquático e um terrestre.

Na terceira coleta foram verificados 14 táxons associados aos folíolos frescos, entre eles *Anguillospora longissima*, *Camposporium antennatum*, *Thozetella cf. canadensis*, *Triscelophorus* sp., fungo não identificado sp. 2, *Pyramidospora casuarinae* e *Sporidesmium* sp. foram registrados pela primeira vez na sucessão (Tabela 5). Nesta coleta foram registrados seis táxons de hifomicetos aquáticos, cinco facultativos e três terrestres.

Na quarta coleta houve diminuição na riqueza de táxons, com oito registros, entre eles apenas o gênero *Tridentaria* sp. foi registrado pela primeira vez na sucessão fúngica (Tabela 5). Nesta coleta foram registrados quatro hifomicetos aquáticos, três facultativos e um terrestre.

Na quinta coleta a riqueza de táxons foi mantida, com oito registros sem novas ocorrências, mas com modificações na composição da micota, sendo registrados os táxons *R. cristaspora* e fungo não identificado sp. 2 (Tabela 5), elevando para quatro o número de hifomicetos facultativos, além de três aquáticos e um terrestre.

Pode-se verificar que os táxons *B. indica*, *Endophragmiella* sp. e fungo não identificado sp. 1 apresentaram frequência de 83% durante a sucessão fúngica, seguidos por *Pyramidospora* sp. com

67% (Tabela 5). Se avaliadas apenas as cinco coletas dos folíolos submersos, os três táxons apresentariam 100% e 80%, respectivamente, o que demonstra dominância dos mesmos durante a decomposição e a resistência dos táxons *B. indica* e *Endophragmiella* sp. à submersão, já que ambos são de origem terrestre.

Tabela 5. Sucessão de fungos associados aos folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., submersos no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletados de maio a setembro de 2008. Legenda: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F – hifomiceto facultativo; ^T – hifomiceto terrestre; T₀ – tempo zero; T – total de ocorrências dos táxons de fungos; F% - frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Taxons/Coleta	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Beltraniella</i> sp.	x						1	17
^T <i>Chaetopsina splendida</i>	x						1	17
^T <i>Cladosporium cladosporioides</i>	x						1	17
^T <i>Tripasporium</i> sp.	x						1	17
^F <i>Beltrania rhombica</i>	x	x					2	33
^T <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x	x			x		3	50
^A <i>Triscelophorus monosporus</i>		x		x			2	33
^A <i>Pyramidospora</i> sp.		x		x	x	x	4	67
^F <i>Blodgettia indica</i>		x	x	x	x	x	5	83
^F <i>Endophragmiella</i> sp.		x	x	x	x	x	5	83
^A Fungo não identificado sp. 1		x	x	x	x	x	5	83
^T <i>Repetophragma filiferum</i>			x	x			2	33
^F <i>Rhinocladiella cristaspora</i>			x	x		x	3	50
^A <i>Anguilospora longissima</i>				x			1	17
^F <i>Camposporium antennatum</i>				x			1	17
^T <i>Thozetella cf. canadensis</i>				x			1	17
^A <i>Triscelophorus</i> sp.				x			1	17
^T Fungo não identificado sp. 2				x		x	2	33
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>				x	x	x	3	50
^F <i>Sporidesmium</i> sp.				x	x	x	3	50
^A <i>Tridentaria</i> sp.					x		1	17
Total de isolados – 21	6	7	5	14	8	8	48	

Os folíolos da serapilheira apresentaram um total de 18 táxons, divididos em oito aquáticos, sete facultativos e três terrestres (Tabela 6). No tempo zero foram registrados os táxons *B. rhombica*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum* e *Triposporium* sp. com reincidência de *C. sphaerospermum* na primeira coleta e *B. rhombica* na primeira, segunda e terceira coletas (Tabela 6).

Os folíolos de *Cae. echinata* Lam. da serapilheira, na primeira coleta, apresentaram a mesma riqueza e composição de fungos verificada nos folíolos frescos (Tabela 5 e 6). Na segunda coleta foram registrados 13 táxons, incluindo *Anguillospora crassa*, *Beltraniella* sp., *R. cristaspora*, *Triscelophorus acuminatus*, *Triscelophorus* sp. e fungo não identificado sp. 2 foram registrados pela primeira vez na sucessão (Tabela 6). Do total de registros, seis são hifomicetos aquáticos e sete são facultativos.

Na terceira coleta foram registrados dez táxons, incluindo *P. casuarinae* e *Varicosporium elodeae* verificados pela primeira vez na sucessão (Tabela 6). Nesta coleta foram registrados quatro hifomicetos aquáticos e seis facultativos.

Na quarta coleta foram registrados sete táxons, todos reincidentes na sucessão (Tabela 6), sendo verificados quatro hifomicetos aquáticos e três facultativos. A quinta coleta apresentou oito táxons, todos recorrentes na sucessão (Tabela 6). Do total de registros seis são hifomicetos aquáticos e dois são facultativos.

Considerando o T₀ e as cinco coletas realizadas, os táxons *B. indica*, *Pyramidospora* sp. e fungo não identificado sp.1 apresentaram frequência de ocorrência de 83%, seguidos por *B. rhombica*, *Endophragmiella* sp. e *Sporidesmium* sp., com frequência de ocorrência de 67% (Tabela 6). Se fossem consideradas apenas as cinco coletas, os três primeiros táxons citados apresentariam 100% de frequência de ocorrência e os dois últimos 80%, mostrando-se dominantes.

Quando comparadas as riquezas de táxons obtidas em cada coleta, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram maior riqueza de táxons na terceira (14) e quarta coleta (8), enquanto os folíolos da serapilheira apresentaram apenas na segunda (13) coleta. Na primeira e na quinta coleta os dois substratos apresentaram a mesma riqueza de táxons (Tabelas 5 e 6).

Apesar de possuírem números próximos de ocorrências de táxons, os folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram diferenças nas riquezas e composições das micotas durante a decomposição. Os folíolos da serapilheira apresentaram cinco táxons que ocorreram de forma expressiva durante a sucessão, enquanto os folíolos frescos apresentaram quatro. Alguns táxons foram exclusivos de um tipo de folíolo, como *A. longissima*, *C. antennatum*, *C. splendida*, *R. filiferum*, *T. cf. canadensis* e *Tridentaria* sp. que ocorreram apenas nos folíolos frescos, enquanto os táxons *A. crassa*, *T. acuminatus* e *V. elodeae* ocorreram apenas nos folíolos da serapilheira (Tabelas 5 e 6).

Tabela 6. Sucessão de fungos associados aos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. da serapilheira, submersos no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletados de maio a setembro de 2008. Legenda: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F – facultativo; ^T – terrestre; T₀ – tempo zero; T – total de ocorrência dos táxons de fungos; F% - frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Taxons/Coleta	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Triposporium</i> sp.	x						1	17
^T <i>Cladosporium cladosporioides</i>	x						1	17
^T <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x	x					2	33
^F <i>Beltrania rhombica</i>	x	x	x	x			4	67
^A <i>Triscelophorus monosporus</i>		x	x			x	3	50
^F <i>Endophragmiella</i> sp.		x	x	x	x		4	67
^A Fungo não identificado sp. 1		x	x	x	x	x	5	83
^A <i>Pyramidospora</i> sp.		x	x	x	x	x	5	83
^F <i>Blodgettia indica</i>		x	x	x	x	x	5	83
^A <i>Anguillospora crassa</i>			x				1	17
^T <i>Beltraniella</i> sp.			x				1	17
^A <i>Triscelophorus</i> sp.			x			x	2	33
^A <i>Triscelophorus acuminatus</i>			x		x	x	3	50
^T Fungo não identificado sp. 2			x	x			2	33
^F <i>Rhinocladiella cristaspora</i>			x	x			2	33
^F <i>Sporidesmium</i> sp.			x	x	x	x	4	67
^A <i>Varicosporium elodeae</i>				x			1	17
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>				x	x	x	3	50
Total de isolados - 18	4	7	13	10	7	8	49	

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* foram registrados 13 de táxons de fungos, divididos em sete hifomicetos aquáticos, cinco facultativos e um terrestre (Tabela 7), este último registrado no tempo zero (Tabela 7). Na primeira coleta foram registrados quatro táxons associados às folhas, entre eles *B. indica*, *Endophragmiella* sp., fungo não identificado sp.1 e *Lunulospora curvula* (Tabela 7), dois hifomicetos aquáticos e dois facultativos.

Na segunda coleta foram verificados seis táxons associados às folhas, incluindo *Rhinocladiella cristaspora*, *Triscelophorus acuminatus*, *T. monosporus* e *Triscelophorus* sp., registrados pela primeira vez na sucessão (Tabela 7). Nesta coleta foram verificados três hifomicetos aquáticos e três facultativos.

Na terceira coleta registrou-se maior riqueza, com nove táxons, sendo *Beltrania rhombica*, *Sporidesmium* sp. e *Pyramidospora* sp. novas ocorrências na sucessão (Tabela 7). Nesta coleta foram registrados cinco hifomicetos facultativos e quatro aquáticos.

Na quarta coleta houve diminuição na riqueza, com seis registros de hifomicetos, todos reincidentes na sucessão (Tabela 7). Entre eles, três hifomicetos aquáticos e três facultativos. Na quinta coleta houve uma pequena elevação na riqueza, com sete registros. Entre estes apenas a espécie *P. casuarinae* foi registrada pela primeira vez na sucessão (Tabela 7). Nesta coleta foram registrados quatro hifomicetos aquáticos e três facultativos.

Alguns táxons mostraram-se dominantes durante a decomposição deste substrato, como *B. indica* e *Endophragmiella* sp. com 83% de frequência de ocorrência e *R. cristaspora*, fungo não identificado sp. 1 e *T. monosporus* com 67% (Tabela 7). Se avaliadas apenas as cinco coletas, os dois primeiros táxons citados apresentariam 100% de frequência de ocorrência enquanto os três últimos táxons apresentariam 80%.

Tabela 7. Sucessão de fungos associados às frescas de folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum frescas, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo (SP) e coletadas de maio a setembro de 2008. Legenda: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F - facultativo; ^T - terrestre; T₀ - tempo zero, T - total de ocorrência dos táxons de fungos, F% - frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Taxons/Coletas	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x						1	17
^A <i>Lunulospora curvula</i>		x		x			2	33
^A Fungo não identificado sp. 1		x		x	x	x	4	67
^F <i>Blodgettia indica</i>		x	x	x	x	x	5	83
^F <i>Endophragmiella</i> sp.		x	x	x	x	x	5	83
^A <i>Triscelophorus acuminatus</i>			x				1	17
^A <i>Triscelophorus</i> sp.			x		x		2	33
^F <i>Rhinocladiella cristaspora</i>			x	x	x	x	4	67
^A <i>Triscelophorus monosporus</i>			x	x	x	x	4	67
^F <i>Beltrania rhombica</i>				x			1	17
^F <i>Sporidesmium</i> sp.				x			1	17
^A <i>Pyramidospora</i> sp.				x		x	2	33
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>						x	1	17
Total de isolados – 13	1	4	6	9	6	7	33	

As folhas da serapilheira apresentaram um total de 23 táxons de fungos, entre estes oito hifomicetos aquáticos, oito facultativos e sete terrestres (Tabela 8). No tempo zero foram registrados dois táxons, a espécie *Verticillium albo-atrum* e *Cladosporium sphaerospermum*, este último reincidente na primeira e na segunda coleta (Tabelas 8).

Na primeira coleta, as folhas de *Cam. phaea* da serapilheira (Tabela 8) apresentaram oito registros de hifomicetos, incluindo *B. rhombica*, *Dictyochaeta cf. simplex* e *T. acuminatus* que foram registrados uma única vez na sucessão fúngica. Somados a estes foram ainda registrados *Endophragmiella* sp, fungo não identificado sp.1, *P. casuarinae*, *Pyramidospora. sp.* e *C. sphaerospermum*; este último verificado nas folhas do tempo zero (Tabela 8). Nesta coleta as folhas da serapilheira de *Cam. phaea* apresentaram quatro hifomicetos aquáticos, três facultativos e um terrestre.

Na segunda coleta houve elevação na riqueza de táxons, com 13 registros, incluindo *C. sphaerospermum* e fungo não identificado sp.1., *B. indica*, *C. antennatum*, *Dictyochaeta* sp., *L. curvula*, *R. cristaspora*, *Sporidesmium* sp., *Thozetella cf. havanensis*, *Thozetella aff. queenslandica*, *Thozetella cf. falcata*, *Thozetella cf. cristata* e *Thozetella* sp., ocorreram pela primeira vez na sucessão (Tabela 8). Dos 13 táxons verificados dois são hifomicetos aquáticos, cinco são facultativos e seis são terrestres.

Na terceira coleta o número de táxons reduziu-se para quatro, sendo todos reincidentes e divididos em dois hifomicetos aquáticos e dois hifomicetos facultativos (Tabela 8). Na quarta coleta a riqueza de táxons elevou-se para nove. Entre os táxons, *T. monosporus* e *Triscelophorus* sp. ocorreram pela primeira vez na sucessão, enquanto o restante foi for reincidente (Tabela 8). Dos nove hifomicetos registrados seis são aquáticos e três são facultativos.

Na quinta coleta a riqueza de táxons se manteve, sendo apenas substituída a espécie *L. curvula* pela espécie *Anguillospora longissima*, registrada pela primeira vez na sucessão (Tabela 8).

De maneira semelhante aos outros substratos estudados, alguns hifomicetos mostraram-se praticamente perenes durante a sucessão, como o fungo não identificado sp. 1 que apresentou 83% de frequência de ocorrência e os táxons *B. indica*, *Pyramidospora* sp. e *R. cristaspora* que apresentaram 67% de frequência de ocorrência (Tabela 8). Se avaliadas apenas as cinco coletas, estes táxons apresentariam frequências de ocorrência de 100% e 80%, respectivamente.

As folhas de *Cam. phaea* apresentaram diferenças nas composições das micotas durante a decomposição. As folhas frescas (Tabela 7) apresentaram cinco táxons que ocorreram de forma expressiva durante a sucessão, enquanto as folhas da serapilheira (Tabela 8) apresentaram quatro. Quando comparadas as riquezas de táxons obtidas em cada coleta, as folhas da serapilheira *Cam. phaea* apresentaram maior riqueza de táxons no tempo zero (2), primeira (8), segunda (13), quarta

(9) e quinta coleta (9), enquanto as folhas frescas apresentaram maior riqueza na terceira coleta (9) (Tabelas 7 e 8).

Tabela 8. Sucessão de fungos associados às folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2008. Legenda: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F – facultativo; ^T – terrestre; T₀ – tempo zero, T – total de ocorrência dos táxons de fungos, F% - frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Taxons/Coletas	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Verticillium albo-atrum</i>	x						1	17
^T <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x	x	x				3	50
^F <i>Beltrania rhombica</i>		x					1	17
^F <i>Dictyochaeta cf. simplex</i>		x					1	17
^A <i>Triscelophorus acuminatus</i>		x					1	17
^F <i>Endophragmiella</i> sp.		x			x	x	3	50
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>		x			x	x	3	50
^A <i>Pyramidospora</i> sp.		x		x	x	x	4	67
^T Fungo não identificado sp. 1		x	x	x	x	x	5	83
^F <i>Camposporium antennatum</i>			x				1	17
^F <i>Sporidesmium</i> sp.			x				1	17
^F <i>Dictyochaeta</i> sp.			x				1	17
^T <i>Thozetella cf. havanensis</i>			x				1	17
^T <i>Thozetella aff. queenslandica</i>			x				1	17
^T <i>Thozetella cf. falcata</i>			x				1	17
^T <i>Thozetella cf. cristata</i>			x				1	17
^T <i>Thozetella</i> sp.			x				1	17
^A <i>Lunulospora curvula</i>			x		x		2	33
^F <i>Blodgettia indica</i>			x	x	x	x	4	67
^F <i>Rhinocladiella cristaspora</i>			x	x	x	x	4	67
^A <i>Triscelophorus monosporus</i>					x	x	2	33
^A <i>Triscelophorus</i> sp.					x	x	2	33
^A <i>Anguilospora longissima</i>						x	1	17
Total de isolados – 23	2	8	13	4	9	9	45	

c) Índice de similaridade

As micotas dos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram uma similaridade de 80% no tempo zero, 100% na primeira coleta, 42% na segunda coleta, 67% na terceira coleta, 80% na quarta coleta e 63% na quinta coleta (Tabela 9).

As micotas associadas as folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* apresentaram na primeira, segunda e terceira coletas menor similaridade, do que os folíolos de *Cae. echinata*. No tempo zero as micotas apresentaram 67% de semelhança, valor que caiu para 33% de similaridade na primeira coleta e novamente diminuiu para 21% na segunda coleta. A partir da terceira coleta, foi verificado aumento progressivo nos índices, sendo registrada similaridade de 62% na segunda coleta, 86% na quarta coleta e 88% na quinta coleta (Tabela 9).

Nos folíolos frescos de *Cae. echinata* a micota pertencente ao tempo zero apresentou 31% de semelhança com a micota pertencente à primeira coleta, demonstrando que após submersão cerca de 70% da micota foi substituída. Entre a primeira e a segunda coleta a similaridade aumentou para 46%, depois 50% entre a segunda e terceira coletas, 54% entre a terceira e quarta coletas e 75% entre a quarta e a quinta coletas (Tabela 10).

Nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, os valores de similaridade foram mais elevados, mas houve substituições de táxons e diferenciação da micota ao longo do tempo (Tabela 10). O menor valor de similaridade, 36%, foi verificado entre as micotas do tempo zero e da primeira coleta, seguido pela similaridade de 60% entre as micotas da primeira e segunda coleta, 70% entre a segunda e terceira, 71% entre terceira e a quarta e 80% entre a quarta e a quinta coleta (Tabela 10).

As folhas frescas de *Cam. phaea* também apresentaram índices de similaridade crescentes, com 0% de similaridade entre as folhas pertencentes ao tempo zero e a primeira coleta, 40% de similaridade entre a primeira e segunda coleta, 53% entre a segunda e terceira, 67% entre a terceira e quarta coleta e 88% entre a quarta e quinta coleta (Tabela 10).

Apenas as folhas de *Cam. phaea* da serapilheira apresentaram uma pequena flutuação nos índices de similaridade. Foi registrado o índice de 20% entre o tempo zero e a primeira coleta, 19% entre a primeira e a segunda coleta, 35% entre a segunda e terceira coleta, 62% entre a terceira e quarta e 88% entre a quarta e quinta coleta (Tabela 10).

Tabela 9. Índices de Similaridade de Sørensen obtidos para as comparações entre as micotas associadas a cada tipo de substrato e em cada coleta realizada no Parque Municipal Alfredo Volpi, São Paulo. Legenda: T₀ – tempo zero, PF – folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Coletas/Folhas	PF x PS	PF x CF	PF x CS	PS x CF	PS x CS	CF x CS
T₀	80%	50%	44%	66%	57%	67%
1^a Coleta	100%	55%	66%	55%	66%	33%
2^a Coleta	42%	50%	32%	63%	31%	21%
3^a Coleta	67%	61%	44%	73%	57%	62%
4^a Coleta	80%	43%	59%	46%	63%	80%
5^a Coleta	63%	80%	71%	66%	59%	88%

Tabela 10. Índices de Similaridade de Sørensen obtidos para as comparações entre as micotas associadas a cada tipo de substrato através do tempo, no experimento realizado no Parque Municipal Alfredo Volpi, São Paulo. Legenda: T₀ – tempo zero, PF – folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Folhas/Coletas	T ₀ x 1 ^a	1 ^a x 2 ^a	2 ^a x 3 ^a	3 ^a x 4 ^a	4 ^a x 5 ^a
PF	31%	46%	50%	54%	75%
PS	36%	60%	70%	71%	80%
CF	0%	40%	53%	67%	77%
CS	20%	19%	35%	62%	88%

4.3.2. Parque Municipal Burle Marx

a) Riqueza geral de hifomicetos

Foram registrados 29 táxons em um total de 107 ocorrências de hifomicetos associados aos quatro tipos de substratos, sendo seis aquáticos ingoldianos, oito facultativos e 15 terrestres (Tabela 11). Entre os táxons de maior ocorrência estão *Endophragmiella* sp. com 18 ocorrências, *Anguillospora* sp. com nove ocorrências, *Beltrania rhombica*, *Cladosporium sphaerospermum* e *P. casuarinae* com oito ocorrências. O número total de táxons variou de dois a 10 durante todo o período de estudo, de acordo com o substrato em decomposição (Tabela 11).

b) Ocorrências de hifomicetos de acordo com o substrato

Quando somadas as riquezas dos táxons associados aos substratos frescos e da serapilheira, de cada uma das espécies, verifica-se 19 hifomicetos associados aos folíolos de *Cae. echinata* e 24 associados às folhas de *Cam. phaea*. Cinco táxons foram exclusivos aos folíolos de *Cae. echinata*, dez exclusivos às folhas de *Cam. phaea* e 14 foram comuns às duas espécies de folhas (Tabela 12).

Quando somadas as riquezas de hifomicetos associados aos substratos frescos e da serapilheira, verifica-se similaridade de 65% entre as micotas verificadas nas duas espécies de folhas (Tabela 12). A similaridade geral entre as micotas registradas nos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* foi de 59% e nas folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* foi de 33%.

Dentre os táxons registrados, *Anguillospora crassa*, *Paecilomyces variotii*, *Sporidesmium* sp., *Triposporium* sp. e *Vermiculariopsiella immersa* foram verificados apenas nos folíolos de *Cae. echinata*, enquanto os táxons *Beltraniella* sp., *Chaetopsina splendida*, *Dictyochaeta cf. simplex*, *Rhinocladiella cristaspora*, *Speiropsis scopiformis*, *Subulispora longirostrata*, *Thozetella cf. cristata*, *Thozetella cf. falcata*, *Thozetella* sp. 2 e *Wiesneriomyces laurinus* foram verificados apenas nas folhas de *Cam. phaea*. *Anguillospora* sp., *Beltrania rhombica*, *Camposporium pellucidum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Endophragmiella* sp., Fungo não identificado sp. 1, Fungo não identificado sp. 2, *Gyrotrix circinata*, *Penicillium minioluteum*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Pyramidospora casuarinae*, *Triscelophorus acuminatus*, *Triscelophorus monosporus* e *Verticillium albo-atrum* foram comuns às duas espécies vegetais (Tabela 12).

Tabela 11. Ocorrência de táxons de hifomicetos associados aos folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas frescas e da serapilheira de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, São Paulo (SP) e coletadas de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ - Tempo zero, PF – folíolos frescos de *Cae. echinata*, PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Cam. phaea*, CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira e T – Total de ocorrência dos táxons de fungos associados às folhas durante o experimento.

Taxons	T ₀				1ª coleta				2ª coleta				3ª coleta				4ª coleta				5ª coleta				T
	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS	
<i>Anguillospora crassa</i> Ingold									x												x				2
<i>Anguillospora</i> sp.												x	x	x			x	x	x		x	x	x		9
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	x	x	x	x	x				x						x						x				8
<i>Beltraniella</i> sp.																									2
<i>Camposporium pellucidum</i> (Grove) S. Hughes														x	x										5
<i>Chaetopsina splendida</i> B. Sutton & Hodges																									1
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fes.) De Vries	x																								2
<i>Dictyochaeta cf. simplex</i> (S. Hughes & W.B. Kendr.)																									1
<i>Endophragmiella</i> sp.					x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	18
Fungo não identificado sp. 1																	x							x	4
Fungo não identificado sp. 2																					x	x			3
<i>Gyrotrix circinata</i> (Berk. & M.A. Curtis) S. Hughes																									3
<i>Paecilomyces</i> sp.	x																								1

Tabela 12. Ocorrência geral de táxons de hifomicetos associados aos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Burler Marx, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2009.

Táxons	Espécie Vegetal	
	<i>Cae. echinata</i>	<i>Cam. phaea</i>
Hifomicetos aquáticos		
<i>Anguillospora crassa</i>	X	
<i>Anguillospora</i> sp.	X	X
Fungo não identificado sp. 1	X	X
<i>Pyramidospora casuarinae</i>	X	X
<i>Triscelophorus acuminatus</i>	X	X
<i>Triscelophorus monosporus</i>	X	X
Hifomicetos facultativos		
<i>Beltrania rhombica</i>	X	X
<i>Camposporium pelucidum</i>	X	X
<i>Dictyochaeta cf. simplex</i>		X
<i>Endophragmiella</i> sp.	X	X
<i>Rhinocladiella cristaspora</i>		X
<i>Speiropsis scopiformis</i>		X
<i>Sporidesmium</i> sp.	X	
<i>Subulispora longirostrata</i>		X
Hifomicetos terrestres		
<i>Beltraniella</i> sp.		X
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	X	X
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	X	X
Fungo não identificado sp. 2	X	X
<i>Chaetopsina splendida</i>		X
<i>Gyrotrix circinata</i>	X	X
<i>Paecilomyces variotii</i>	X	
<i>Penicillium minioluteum</i>	X	X
<i>Thozetella cf. cristata</i>		X
<i>Thozetella cf. falcata</i>		X
<i>Thozetella</i> sp. 2		X
<i>Triposporium</i> sp.	X	

<i>Vermiculariopsiella immersa</i>	x	
<i>Verticillium albo-atrum</i>	x	x
<i>Wiesneriomyces laurinus</i>		x
Riqueza de táxons – 29	19	24
Índice de Similaridade Geral	65%	

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram 13 registros de hifomicetos, sendo três aquáticos, três facultativos e sete terrestres (Tabela 13). No tempo zero (T₀), foram registrados os táxons *Cladosporium cladosporioides*, *Paecilomyces variotii*, *Verticillium albo-atrum*, *Cladosporium sphaerospermum* e *Triposporium* sp. Dentre estes, dois voltaram a ocorrer em etapas posteriores da sucessão fúngica, sendo *Cladosporium sphaerospermum* registrado na primeira e na terceira coleta e *Triposporium* sp. na primeira e na segunda coletas (Tabela 13).

Na primeira coleta os cinco táxons associados aos folíolos frescos de *Cae. echinata* foram *Cladosporium sphaerospermum*, *Triposporium* sp., *Penicillium minioluteum*, *Sporidesmium* sp e *Endophragmiella* sp. (Tabela 13). Entre estes, três hifomicetos terrestres e dois facultativos.

Na segunda coleta a riqueza de táxons diminuiu para três registros, com a espécie *Beltrania rhombica* registrada pela primeira vez na sucessão (Tabela 13). Nesta coleta foram registrados dois hifomicetos facultativos e um terrestre.

Na terceira coleta foram verificados dois táxons associados aos folíolos frescos, ambos reincidentes, sendo um terrestre e um facultativo (Tabela 13). Na quarta coleta a riqueza de táxons, elevou-se para três registros, com a espécie *Triscelophorus acuminatus* sendo registrada pela primeira vez na sucessão fúngica (Tabela 13). Nesta coleta foram registrados um hifomiceto aquático e dois facultativos.

Na quinta coleta a riqueza de táxons elevou-se para cinco registros, com três novas ocorrências: *Pyramidospora casuarinae*, fungo não identificado sp. 1 e fungo não identificado sp. 2 (Tabela 13). Entre estes, dois hifomicetos aquáticos, dois facultativos e um terrestre.

Pode-se verificar que *Endophragmiella* sp. apresentou frequência de ocorrência de 83% durante a sucessão fúngica, seguidos por *C. sphaerospermum* e *Triposporium* sp. com 50% (Tabela 13). Se avaliadas apenas as cinco coletas, os táxons apresentariam 100% e 60% de frequência de ocorrência, respectivamente, o que demonstra dominância e a resistência dos mesmos durante a submersão e decomposição.

Tabela 13. Sucessão de hifomicetos associados aos folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., submersos no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletados de maio a setembro de 2009. Legenda: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F – facultativo; ^T – terrestre; T₀ – tempo zero; T – Total de ocorrência dos táxons de fungos; F% - Frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Táxons/Coletas	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Cladosporium cladosporioides</i>	x						1	17
^T <i>Paecilomyces variotii</i>	x						1	17
^T <i>Verticillium albo-atrum</i>	x						1	17
^T <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x	x		x			3	50
^T <i>Tripasporium</i> sp.	x	x	x				3	50
^T <i>Penicillium minioluteum</i>		x					1	17
^F <i>Sporidesmium</i> sp,		x			x		2	33
^F <i>Endophragmiella</i> sp.		x	x	x	x	x	5	83
^F <i>Beltrania rhombica</i>			x			x	2	33
^A <i>Triscelophorus acuminatus</i>					x		1	17
^A Fungo não identificado sp. 1						x	1	17
^T Fungo não identificado sp. 2						x	1	17
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>						x	1	17
Total de Táxons – 13	5	5	3	2	3	5	23	

Os folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram um total de 14 táxons, divididos em seis aquáticos, quatro facultativos e quatro terrestres (Tabela 14). No tempo zero, foram registrados os táxons *Vermiculariopsiella imersa* e *C. sphaerospermum*, este último com reincidência na segunda e na quinta coletas (tabela 14).

Na primeira coleta os folíolos da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram três táxons associados, isto é, *Gyrotrix circinata*, *B. rhombica* e *Endophragmiella* sp., dois hifomicetos facultativos e um terrestre (Tabela 14). Na segunda coleta a riqueza de táxons foi mantida com três registros, mas a composição da micota foi alterada, com o primeiro registro da espécie *Anguillospora crassa* (Tabela 14). Nesta coleta registrou-se um hifomiceto aquático, um terrestre e um facultativo.

Na terceira coleta foram registrados quatro táxons, incluindo *Anguillospora* sp. e *Camposporium pellucidum*, registrados pela primeira vez. Dentre estes, um hifomiceto aquático e três facultativos (Tabela 14). Na quarta coleta houve elevação na riqueza para seis táxons, incluindo

Pyramidospora casuarinae e Fungo não identificado sp. 1, registrados pela primeira vez (Tabela 14). Dentre os táxons, três são hifomicetos aquáticos, dois facultativos e um terrestre.

Na quinta coleta a riqueza de táxons elevou-se para dez, sendo registrados pela primeira vez *Sporidesmium* sp. Fungo não identificado sp. 2, *Triscelophorus acuminatus* e *Triscelophorus monosporus* (Tabela 14). Nesta coleta foram verificados cinco hifomicetos aquáticos, três facultativos e dois terrestres.

Considerando o tempo zero e as cinco coletas realizadas, o táxon *Endophragmiella* sp. apresentou 83% de frequência de ocorrência, seguido por *C. cladosporioides*, *Anguillospora* sp. e *C. pellucidum*, com 50% (Tabela 14). Se fossem consideradas apenas as cinco coletas, o primeiro táxon citado apresentaria 100% de frequência de ocorrência e os três últimos 60%.

Tabela 14. Sucessão de hifomicetos associados aos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. da serapilheira, submersos no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletados de maio a setembro de 2009. Legenda: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F - facultativo; ^T - terrestre T₀ - tempo zero; T - Total de ocorrência dos táxons de fungos e F% - Frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Táxons/Coletas	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Vermiculariopsiella immersa</i>	x						1	17
^T <i>Cladosporium cladosporioides</i>	x		x			x	3	50
^T <i>Gyrotrix circinata</i>		x			x		2	33
^F <i>Beltrania rhombica</i>		x		x			2	33
^F <i>Endophragmiella</i> sp.		x	x	x	x	x	5	83
^A <i>Anguillospora crassa</i>			x			x	2	33
^A <i>Anguillospora</i> sp.				x	x	x	3	50
^F <i>Camposporium pellucidum</i>				x	x	x	3	50
^A Fungo não identificado sp. 1					x		1	17
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>					x	x	2	33
^T Fungo não identificado sp. 2						x	1	17
^F <i>Sporidesmium</i> sp.						x	1	17
^A <i>Triscelophorus acuminatus</i>						x	1	17
^A <i>Triscelophorus monosporus</i>						x	1	17
Total de Táxons - 14	2	3	3	4	6	10	28	

Quando comparadas as riquezas de táxons obtidas em cada coleta, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram maior riqueza de táxons no tempo zero (5) e na primeira coleta (5), enquanto os folíolos da serapilheira apresentaram maior riqueza na terceira (4), quarta (6) e quinta coletas (10) (Tabelas 13 e 14).

Apesar de possuírem números próximos de riqueza de táxons, os folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram diferenças no número de ocorrências e nas composições das micotas durante a decomposição. Os folíolos da serapilheira apresentaram quatro táxons que ocorreram de forma expressiva durante a sucessão, enquanto os folíolos frescos apresentaram três. Alguns táxons foram exclusivos de um tipo de folíolo, como *Cladosporium cladosporioides*, *P. variotii*, *P. minioluteum*, *Triposporium* sp. e *V. albo-atrum* que ocorreram apenas nos folíolos frescos, enquanto os táxons *A. crassa*, *Anguillospora* sp., *C. pellucidum*, *G. circinata*, *T. monosporus* e *V. immersa* ocorreram apenas nos folíolos da serapilheira.

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* foram registrados nove hifomicetos, sendo dois aquáticos, quatro facultativos e três terrestres (Tabela 15). No tempo zero foram registrados os táxons *C. sphaerospermum* e *B. rhombica*, não sendo verificados em etapas posteriores (Tabelas 15).

Embora com diferente composição da verificada no tempo zero, a riqueza de táxons se manteve igual na primeira coleta das folhas frescas de *Cam. phaea*, com dois registros de hifomicetos facultativos, *R. cristaspora* e *Endophragmiella* sp. (Tabela 15).

Na segunda coleta foram verificados três táxons, incluindo *C. cladosporioides* e *Subulispora longirostrata*, registrados pela primeira vez na sucessão (Tabela 15). Entre os táxons registrados dois são hifomicetos facultativos e um é terrestre.

Na terceira coleta a riqueza de táxons se manteve em três, sendo registrada pela primeira vez a espécie *Penicillium minioluteum* (Tabela 15). Nesta coleta foram verificados dois hifomicetos facultativos e um terrestre.

Na quarta coleta a riqueza de táxons elevou-se para quatro registros, com duas novas ocorrências, isto é, *Anguillospora* sp. e *P. casuarinae* (Tabela 15). Dos quatro táxons registrados, dois são hifomicetos aquáticos e dois são facultativos. Na quinta coleta a riqueza de táxons diminuiu para três registros, todos reincidentes na sucessão, com dois hifomicetos aquáticos e um facultativo (Tabela 15).

Alguns táxons mostraram-se presentes em boa parte da sucessão ocorrida nas folhas frescas de *Cam. phaea*, como *Endophragmiella* sp. que apresentou frequência de ocorrência de 67% e *R. cristaspora* com 50% (Tabela 15). Se avaliadas apenas as cinco coletas, o primeiro táxon citado apresentaria 80% de frequência de ocorrência, enquanto o último 60%, sendo dominantes durante a decomposição deste substrato.

Tabela 15. Sucessão de hifomicetos associados às folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2009. Onde: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F – facultativo; ^T – terrestre; T₀ – tempo zero; T – Total de ocorrência dos táxons de fungos e F% - Frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Táxons/Coletas	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x						1	17
^F <i>Beltrania rhombica</i>	x						1	17
^F <i>Rhinocladiella cristaspora</i>		x		x	x		3	50
^F <i>Endophragmiella</i> sp.		x	x		x	x	4	67
^T <i>Cladosporium cladosporioides</i>			x				1	17
^F <i>Subulispora longirostrata</i>			x	x			2	33
^T <i>Penicillium minioluteum</i>				x			1	17
^A <i>Anguillospora</i> sp.					x	x	2	33
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>					x	x	2	33
Total de Táxons – 9	2	2	3	3	4	3	17	

As folhas da serapilheira *Cam. phaea* apresentaram um total de 21 táxons, entre estes cinco hifomicetos aquáticos, seis facultativos e dez terrestres (Tabela 16). No tempo zero foram registrados sete táxons, isto é, *Chaetopsina splendida*, *B. rhombica*, *G. circinata*, *C. sphaerospermum*, *T. cf. falcata*, *V. albo-atrum* e *Beltraniella* sp., este último reincidente na primeira coleta (Tabelas 16).

Na primeira coleta as folhas da serapilheira de *Cam. phaea* apresentaram sete táxons associados, entre estes *D. cf. simplex*, *T. cf. cristata*, *Thozetella* sp. 2, *T. acuminatus*, *T. monosporus*, que foram registrados uma única vez na sucessão fúngica e *Speiropsis scopiformis* reincidente na segunda coleta (Tabela 16). Nesta coleta as folhas da serapilheira de *Cam. phaea* apresentaram dois hifomicetos aquáticos, dois facultativos e três terrestres. Rosely

Na segunda coleta a riqueza de táxons diminuiu para quatro registros, incluindo *Anguillospora* sp., *Endophragmiella* sp. e *R. cristaspora* registrados pela primeira vez (Tabela 16). Do total de táxons verificados, um é hifomiceto aquático e três são facultativos.

Na terceira coleta a riqueza de táxons elevou-se para sete, sendo registrado pela primeira vez na sucessão, *C. pellucidum*, fungo não identificado sp. 1, fungo não identificado sp. 2, e *P. casuarinae* (Tabela 16). Dentre os táxons registrados três são hifomicetos aquáticos, três facultativos e um é terrestre.

Na quarta coleta a riqueza de táxons diminuiu para seis registros, sendo *Wiesneriomyces laurinus* registrado pela primeira vez na sucessão (Tabela 16). Dos seis táxons registrados dois são hifomicetos aquáticos, três facultativos e um é terrestre.

Na quinta coleta a riqueza de táxons se manteve, sendo substituídas as espécies *S. scopiformis* e *W. laurinus* pela espécie *C. pellucidum* e pelo táxon fungo não identificado sp. 1 (Tabela 16). Entre os táxons registrados três são hifomicetos aquáticos e três são facultativos.

Alguns táxons mostraram-se constantes durante a sucessão, como *Anguillospora* sp., *Endophragmiella* sp. e *R. cristaspora* com 67% de frequência de ocorrência, além dos táxons *S. scopiformis* e *P. casuarinae* que apresentaram 50% (Tabela 16). Se avaliadas apenas as cinco coletas estes táxons apresentariam frequências de ocorrência de 80% e 60%, respectivamente.

As folhas de *Cam. phaea* apresentaram diferenças nas composições das micotas durante a decomposição. As folhas frescas apresentaram dois táxons que ocorreram de forma expressiva durante a sucessão, enquanto as folhas da serapilheira apresentaram cinco. Alguns táxons foram exclusivos a um tipo de substrato, como *C. cladosporioides*, *P. minioluteum* e *S. longirostrata* que ocorreram apenas nos folíolos frescos, enquanto que *Beltraniella* sp., *C. pellucidum*, *C. splendida*, *D. cf. simplex*, fungo não identificado sp. 1, fungo não identificado sp. 2, *G. circinata*, *S. scopiformis*, *T. cf. cristata*, *T. cf. falcata*, *Thozetella* sp. 2, *T. acuminatus*, *T. monosporus*, *V. albo-atrum* e *W. laurinus* ocorreram apenas nas folhas da serapilheira (Tabelas 15 e 16). Os táxons *Anguillospora* sp., *B. rhombica*, *Endophragmiella* sp., *C. sphaerospermum*, *P. casuarinae* e *R. cristaspora* foram comuns aos dois tipos de substratos. Quando comparados os dois tipos de substratos, as folhas da serapilheira *Cam. phaea* apresentaram a maior riqueza de táxons (número de espécies) em todas as coletas (Tabelas 15 e 16).

Tabela 16. Sucessão de hifomicetos associados às folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2009. Legenda: ^A - hifomicetos aquáticos; ^F - facultativo; ^T - terrestre; T₀ - tempo zero; T - Total de ocorrência dos táxons de fungos e F% - Frequência de ocorrência dos táxons durante o experimento.

Táxons/Coletas	T ₀	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	T	F%
^T <i>Chaetopsina splendida</i>	x						1	17
^F <i>Beltrania rhombica</i>	x						1	17
^T <i>Gyrotrix circinata</i>	x						1	17
^T <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x						1	17
^T <i>Thozetella cf. falcata</i>	x						1	17
^T <i>Verticillium albo-atrum</i>	x						1	17
^T <i>Beltraniella</i> sp.	x	x					2	33
^T <i>Thozetella cf. cristata</i>		x					1	17
^T <i>Thozetella</i> sp. 2		x					1	17
^A <i>Triscelophorus acuminatus</i>		x					1	17
^A <i>Triscelophorus monosporus</i>		x					1	17
^F <i>Dictyochaeta cf. simplex</i>		x					1	17
^F <i>Speiropsis scopiformis</i>		x	x		x		3	50
^A <i>Anguillospora</i> sp.			x	x	x	x	4	67
^F <i>Endophragmiella</i> sp.			x	x	x	x	4	67
^F <i>Rhinocladiella cristaspora</i>			x	x	x	x	4	67
^T Fungo não identificado sp. 2				x			1	17
^F <i>Camposporium pellucidum</i>				x		x	2	33
^A Fungo não identificado sp. 1				x		x	2	33
^A <i>Pyramidospora casuarinae</i>				x	x	x	3	50
^T <i>Wiesneriomyces laurinus</i>					x		1	17
Total de Táxons – 21	7	7	4	7	6	6	37	

c) Índice de similaridade

Os folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram 44% de similaridade entre as micotas no tempo zero, 25% na primeira a, 33% entre as micotas na segunda, 33% na terceira, 22% na quarta e 40% na quinta coleta (Tabela 17).

As folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* apresentaram na primeira, segunda e terceira coletas menor similaridade entre as micotas, do que os folíolos de *Cae. echinata*. De maneira semelhante, no tempo zero foi verificado 44% de similaridade entre as micotas das folhas da serapilheira e frescas, na primeira coleta a similaridade foi nula, elevando-se para 29% na segunda coleta e diminuindo para 20% na terceira coleta. Na quarta coleta foi verificado aumento para 80% de similaridade seguida de diminuição para 67% na quinta coleta (Tabela 17).

Nos folíolos frescos de *Cae. echinata* a micota pertencente ao tempo zero apresentou 40% de semelhança com a micota pertencente à primeira coleta, demonstrando que após submersão cerca de 60% da micota foi substituída. Entre a primeira e a segunda coleta, a similaridade aumentou para 50% e na coleta seguinte caiu para 40%, sendo registrado o menor valor quando comparadas as micotas da quarta e quinta coletas, com 25% (Tabela 18).

Nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, as diferenças nos valores de similaridade foram maiores, com substituições de táxons e diferenciação da micota através do tempo (Tabela 18). O menor valor de similaridade, 0%, foi verificado entre as micotas do tempo zero e da primeira coleta, seguido pela similaridade de 33% entre as micotas da primeira e segunda coleta, 29% entre a segunda e terceira, 60% entre terceira e a quarta e 50% entre a quarta e a quinta coleta.

As folhas frescas de *Cam. phaea* também apresentaram índices de similaridade flutuantes, com 0% de similaridade entre as folhas pertencentes ao tempo zero e a primeira coleta, 40% de similaridade entre a primeira e segunda coleta, 33% entre a segunda e terceira, 29% entre a terceira e quarta coleta e 86% entre a quarta e quinta coleta (Tabela 18).

Apenas as folhas de *Cam. phaea* da serapilheira apresentaram elevação progressiva nos valores de similaridade. Foi registrado o índice de 15% entre o tempo zero e a primeira, 18% entre a primeira e a segunda coleta, 55% entre a segunda e terceira coleta, 62% entre a terceira e quarta e 67% entre a quarta e quinta coleta (Tabela 18).

Tabela 17. Índices de Similaridade de Sørensen obtidos para as comparações entre as micotas associadas a cada tipo de substrato e em cada coleta realizada no Parque Municipal Burle Marx. Legenda: PF – folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Coletas/Folhas	PF x PS	PF x CF	PF x CS	PS x CF	PS x CS	CF x CS
T₀	44%	50%	46%	80%	20%	44%
1^a Coleta	25%	29%	0%	40%	0%	0%
2^a Coleta	33%	33%	29%	33%	29%	29%
3^a Coleta	33%	0%	22%	0%	55%	20%
4^a Coleta	22%	29%	22%	60%	50%	80%
5^a Coleta	40%	50%	55%	46%	50%	67%

Tabela 18. Índices de Similaridade de Sørensen obtidos para as comparações entre as micotas associadas a cada tipo de folha através do tempo, no experimento desenvolvido no Parque Municipal Burle Marx. Legenda: PF – folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Folhas/Coletas	T ₀ x 1 ^a	1 ^a x 2 ^a	2 ^a x 3 ^a	3 ^a x 4 ^a	4 ^a x 5 ^a
PF	40%	50%	40%	40%	25%
OS	0%	33%	29%	60%	50%
CF	0%	40%	33%	29%	86%
CS	15%	18%	55%	62%	67%

4.3.3. Comparações quanto às ocorrências e riquezas dos hifomicetos nos dois parques

a) Comparação quanto a ocorrência e riqueza de fungos nos dois tipos de substratos

Nos folíolos e folhas pertencentes ao tempo zero, coletados na primeira etapa do experimento, foram registrados apenas hifomicetos de origem terrestre. Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram a maior riqueza, com seis táxons registrados (Tabela 5), seguidos pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira com quatro registros (Tabela 6), folhas de *Cam. phaea* da serapilheira com três registros (Tabela 7) e pelas folhas frescas *Cam. phaea* com dois registros (Tabela 8).

Os folíolos da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram o maior número de ocorrências, com 49 registros (Tabela 6), seguidos pelos folíolos frescos de *Cae. echinata* com 48 registros (Tabela 5), folhas de *Cam. phaea* da serapilheira com 45 registros (Tabela 8), e pelas folhas frescas de *Cam. phaea* com 33 registros (Tabela 7).

Em relação à riqueza de táxons, o número mais elevado foi verificado nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira com 23 táxons (Tabela 8), seguidas pelos folíolos frescos de *Cae. echinata* com 21 táxons (Tabela 5), folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira com 18 táxons (Tabela 6) e pelas folhas frescas de *Cam. phaea* com 13 táxons (Tabela 7).

Com relação aos folíolos de *Cae. echinata* alguns táxons foram exclusivos à um tipo de substrato, fresco ou da serapilheira. As espécies *A. longissima*, *C. antennatum*, *C. splendida*, *R. filiferum*, *T. cf. canadensis* e o táxon *Tridentaria* sp. ocorreram apenas nos folíolos frescos, enquanto que *A. crassa*, *T. acuminatus* e *V. elodeae* ocorreram apenas nos folíolos da serapilheira (Tabelas 5 e 6). Os táxons *B. rhombia*, *Beltraniella* sp., *B. indica*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *Endophragmiella* sp., Fungo não identificado sp.1, Fungo não identificado sp. 2, *P. casuarinae*, *Pyramidospora* sp., *R. cristaspora*, *Sporisdesmium* sp., *Triposporium* sp., *T. monosporus* e *Triscelophorus* sp. foram comuns aos dois tipos de substratos.

Pode-se verificar que os folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram padrões diferentes de colonização fúngica. Enquanto na segunda coleta houve elevação no número ou riqueza de táxons associados aos folíolos da serapilheira, nos folíolos frescos a elevação ocorreu na terceira coleta (Tabelas 5 e 6). Na quarta coleta, ambos os substratos apresentaram queda no número de táxons. Na quinta coleta os folíolos frescos mantiveram a riqueza de táxons com duas substituições, enquanto os folíolos da serapilheira apresentaram uma pequena elevação e substituição de um táxon.

De maneira semelhante ao observado nos folíolos de *Cae. echinata*, as folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram elevação tardia no número de táxons, verificada na terceira coleta. Na quarta houve diminuição na riqueza, seguida de pequena elevação na quinta coleta (Tabela 7). As folhas da serapilheira apresentaram elevação no número de táxons logo na segunda coleta, seguida de brusca

diminuição na terceira coleta. Na quarta coleta houve elevação na riqueza de táxons, que foi mantida na quinta coleta, embora tenha ocorrido a substituição de um dos táxons (Tabela 8).

Nos folíolos e folhas pertencentes ao tempo zero e utilizados na segunda etapa do experimento, desenvolvida no Parque Municipal Burle Marx, foram registrados apenas hifomicetos de origem terrestre. As folhas de *Cam. phaea* da serapilheira e os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram maior riqueza de táxons, com sete registros, seguido pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira com três registros e pelas folhas frescas de *Cam. phaea* que apresentaram apenas dois registros (Tabela 11).

Os folíolos de *Cam. phaea* da serapilheira apresentaram maior número de ocorrências, com 37 registros (Tabela 16), seguidos pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira com 28 registros (Tabela 14), folíolos frescos de *Cae. echinata* com 23 registros (Tabela 13) e pelas folhas frescas de *Cam. phaea* com 17 registros (Tabela 15).

Em relação à riqueza de táxons, o número mais elevado foi verificado nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira com 23 táxons (Tabela 8), seguidas pelos folíolos frescos de *Cae. echinata* com 21 táxons (Tabela 5), folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira com 18 táxons (Tabela 6) e pelas folhas frescas de *Cam. phaea* com 13 táxons (Tabela 7).

Pode-se verificar que os folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram padrões diferentes de colonização fúngica, que pode ser verificado quando comparadas as riquezas e composições da micota durante a decomposição. Os folíolos frescos apresentaram queda na riqueza até a terceira coleta, com posterior elevação na quarta e quinta coletas. Os folíolos da serapilheira apresentaram estabilidade na riqueza de táxons até a segunda coleta, embora com mudanças na composição dos táxons, com elevação no número de registros na terceira, quarta e quinta coletas (Tabelas 13 e 14).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram flutuações nas riquezas de táxons verificadas durante as coletas, com elevação dos registros na segunda e na quarta coletas, seguidas de queda na quinta coleta (Tabelas 15). As folhas da serapilheira também apresentaram flutuações nas riquezas, com diminuição na segunda coleta, seguida de elevação na terceira e nova diminuição na quarta coleta (Tabela 16).

b) Comparação entre os dois parques

Quando somados os táxons registrados nas duas áreas de estudo, foram obtidos um total de 43 táxons de hifomicetos, dos quais 19 foram comuns às duas áreas, 14 foram exclusivos ao Parque Municipal Alfredo Volpi e dez foram exclusivos ao Parque Municipal Burle Marx. Quando comparadas as micotas registradas nos folíolos de *Cae. echinata* coletadas nos dois parques, verifica-se similaridade de 47%, enquanto nas folhas de *Cam. phaea* 51% (Tabela 19).

Quando avaliadas as riquezas de hifomicetos associados a cada uma das espécies vegetais e em cada uma das áreas estudadas, verifica-se maior valor nos folíolos de *Cae. echinata* coletados no Parque Municipal Alfredo Volpi e nas folhas de *Cam. phaea* coletadas no Parque Municipal Burle Marx, seguidas pelas folhas de *Cam. phaea* coletadas no Parque Municipal Alfredo Volpi e pelos folíolos de *Cae. echinata* coletados no Parque Municipal Burle Marx (Tabelas 4, 12).

Entre os táxons exclusivos ao Parque Alfredo Volpi, *Tridentaria* sp., *V. elodeae*, *R. filiferum* e *T. cf. canadenses* foram exclusivos aos folíolos de *Cae. echinata*, enquanto os táxons *L. curvula*, *Dictyochaeta* sp., *T. cf. havanensis*, *T. aff. queenslandica* e *Thozetella* sp. 1 foram exclusivos às folhas de *Cam. phaea* (Tabela 19).

Entre os táxons exclusivos ao Parque Burle Marx, *P. variotii* e *V. imersa* foram exclusivos aos folíolos de *Cae. echinata* enquanto *S. scopiformis*, *S. longirostrata*, *Thozetella* sp. 2 e *W. laurinus* foram exclusivos às folhas de *Cam. phaea* (Tabela 19).

Na primeira etapa do experimento foram verificados oito táxons dominantes na sucessão, enquanto na segunda etapa, cinco. Entre os táxons de maior ocorrência nas duas áreas de estudo estão *Endophragmiella* sp., *B. rhombica* e *P. casuarinae*; apenas o último pertencente ao grupo dos hifomicetos aquáticos (Tabelas 3 e 11).

Tabela 19. Comparação entre as ocorrências de táxons de hifomicetos associados aos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas em um lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi (coletadas de maio a setembro de 2008) e no lago situado no Parque Municipal Burle Marx (coletadas de maio a setembro de 2009).

Taxons	Parque Alfredo Volpi		Parque Burle Marx	
	<i>C. echinata</i>	<i>Cam. phaea</i>	<i>C. echinata</i>	<i>Cam. phaea</i>
Hyphomycetes aquáticos				
<i>Anguillospora crassa</i>	x		x	
<i>Anguillospora longissima</i>	x	x		
<i>Anguillospora</i> sp.			x	x
Fungo não identificado sp. 1	x	x	x	x
<i>Lunulospora curvula</i>		x		
<i>Pyramidospora casuarinae</i>	x	x	x	x
<i>Pyramidospora densa</i>	x	x		
<i>Tridentaria</i> sp.	x			
<i>Triscelophorus acuminatus</i>	x	x	x	x
<i>Triscelophorus monosporus</i>	x	x	x	x
<i>Triscelophorus</i> sp.	x	x		
<i>Varicosporium elodeae</i>	x			
Hyphomycetes facultativos				

<i>Beltrania rhombica</i>	x	x	x	x
<i>Blodgettia indica</i>	x	x		
<i>Camposporium antennatum</i>	x	x		
<i>Camposporium pellucidum</i>			x	x
<i>Dictyochaeta cf. simplex</i>		x		x
<i>Dictyochaeta sp.</i>		x		
<i>Endophragiella sp.</i>	x	x	x	x
<i>Rhinoclaadiella cristaspora</i>	x	x		x
<i>Speiropsis scopiformis</i>				x
<i>Sporidesmium sp.</i>	x	x	x	
<i>Subulispora longirostrata</i>				x
Hyphomycetes terrestres				
<i>Beltraniella sp.</i>	x			x
<i>Chaetopsina splendida</i>	x			x
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	x		x	x
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x	x	x	x
Fungo não identificado sp. 2	x		x	x
<i>Girotrix circinata</i>			x	x
<i>Paecilomyces variotii</i>			x	
<i>Penicillium minioluteum</i>			x	x
<i>Repetophragma filiferum</i>	x			
<i>Thozetella cf. cristata</i>		x		x
<i>Thozetella cf. havanensis</i>		x		
<i>Thozetella cf. queenslandica</i>		x		
<i>Thozetella cf. falcata</i>		x		x
<i>Thozetella cf. canadensis</i>	x			
<i>Thozetella sp. 1</i>		x		
<i>Thozetella sp. 2</i>				x
<i>Triposporium sp.</i>	x		x	
<i>Vermiculariopsiella immersa</i>			x	
<i>Verticillium albo-atrum</i>		x	x	x
<i>Wiesneriomyces laurinus</i>				x
Riqueza de táxons – 43	24	23	19	24
Similaridade Geral		55%		
Similaridade entre as micotas associadas a cada espécie de folha nos dois parques	<i>Cae. echinata</i> 47%		<i>Cam. phaea</i> 51%	

4.4. Teores de ergosterol contido nos substratos foliares

4.4.1. Parque Municipal Alfredo Volpi

Os resultados da análise do ergosterol são apresentados pelas médias obtidas das amostras de cada tipo de folheto coletado mensalmente (Figura 8). Os folíolos frescos de *Cae. echinata* no tempo zero apresentaram $28,5 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol, seguido de elevação da concentração na primeira coleta, atingindo o valor de $200,9 \mu\text{g g}^{-1}$. Na segunda coleta foi registrado o teor de ergosterol equivalente $66,5 \mu\text{g g}^{-1}$, seguido de pequeno aumento na terceira coleta, com a determinação de $69 \mu\text{g g}^{-1}$. Na quarta coleta foi verificada elevação no teor, sendo registrado o valor de $112,8 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol enquanto na quinta coleta o valor de ergosterol correspondem a $81,4 \mu\text{g g}^{-1}$ (Figura 8).

Nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira pertencentes ao tempo zero foi registrado o valor de $71,7 \mu\text{g/g}$ de ergosterol, seguido por elevações na primeira, segunda e terceira coleta que corresponderam $173,5 \mu\text{g g}^{-1}$, $173,9 \mu\text{g g}^{-1}$ e $222,3 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Na quarta coleta o teor de ergosterol das folhas foi igual a $143,4 \mu\text{g g}^{-1}$. Por falta de material, devido ao avançado processo de decomposição, não foi possível verificar o teor de ergosterol nos folíolos da serapilheira na quinta coleta (Figura 8).

As folhas frescas de *Cam. phaea* pertencentes ao tempo zero apresentaram $9,3 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol. Na primeira coleta apresentaram $61,6 \mu\text{g g}^{-1}$, na segunda $79,1 \mu\text{g g}^{-1}$, na terceira $86,8 \mu\text{g g}^{-1}$, na quarta $122 \mu\text{g g}^{-1}$ e na quinta coleta $125 \mu\text{g g}^{-1}$ (Figura 8). Nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira as concentrações de ergosterol do tempo zero à segunda coleta corresponderam a $36,6 \mu\text{g g}^{-1}$, $77,4 \mu\text{g g}^{-1}$ e $211,6 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Na terceira coleta houve diminuição do teor para $43,9 \mu\text{g g}^{-1}$, depois elevação para $121,05 \mu\text{g g}^{-1}$ na quarta coleta e novamente diminuição para $74,4 \mu\text{g.g}^{-1}$ na quinta coleta (Figura 8).

As concentrações de ergosterol obtidas não apresentaram diferenças significativas entre as espécies de folhas e tipos de substratos ($p > 0,05$).

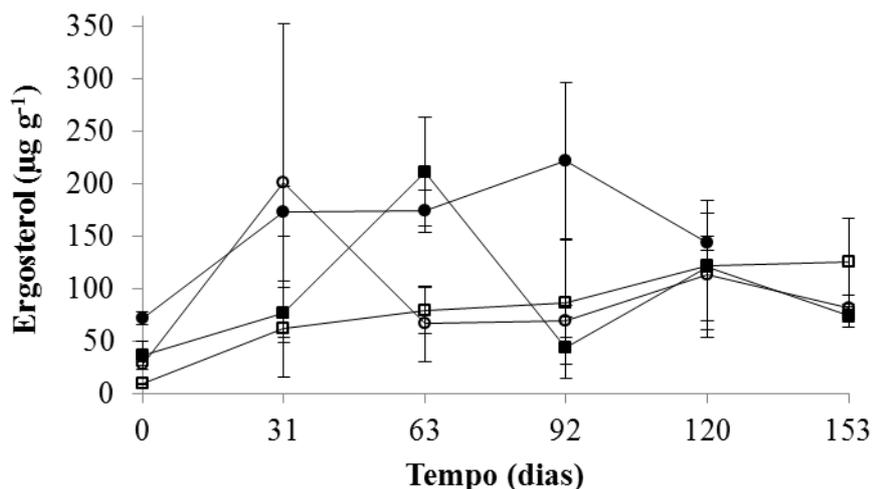


Figura 8. Médias e desvios padrões dos teores de ergosterol, expressos em μg de ergosterol por g^{-1} de folha ($\mu\text{g g}^{-1}$), encontrados nos folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e nas folhas frescas e da serapilheira de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersos no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo, SP. Legenda ○ – folíolos frescos de *Cae. echinata*, ● – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, □ – folhas frescas de *Cam. phaea* e ■ – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

4.4.2. Parque Municipal Burle Marx

Os resultados da análise do ergosterol são apresentados pelas médias obtidas das amostras de cada tipo de folheto coletado mensalmente (Figura 9). Os folíolos frescos de *Cae. echinata* no tempo zero apresentaram $7,4 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol, seguido de elevação na concentração na primeira e segunda coleta atingindo os valores de $78,6 \mu\text{g g}^{-1}$ e $99,7 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Na terceira coleta os folíolos apresentaram queda no teor de ergosterol, com o registro de $47,8 \mu\text{g g}^{-1}$, seguido de pequeno aumento na quarta coleta, com o valor de $134,5 \mu\text{g g}^{-1}$ e novamente queda na quinta coleta, com o valor de $55,5 \mu\text{g g}^{-1}$ (Figura 9).

Nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira pertencentes ao tempo zero foi registrado o valor de $116,1 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol, seguido por elevações na primeira e segunda coletas com $207,9 \mu\text{g g}^{-1}$ e $233,1 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Na terceira coleta houve queda no teor de ergosterol nos folíolos, sendo registrado o valor de $191,2 \mu\text{g g}^{-1}$. A quarta e quinta coletas apresentaram elevações nos teores, com os valores de $219,2 \mu\text{g g}^{-1}$ e $329,8 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente (Figura 9).

As folhas frescas de *Cam. phaea* pertencentes ao tempo zero apresentaram $1,83 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol, seguido de elevação nas concentrações com o registro de $120,25 \mu\text{g g}^{-1}$ na primeira

coleta e queda na segunda coleta com o registro de $73,56 \mu\text{g g}^{-1}$. Na terceira coleta houve elevação no teor, com o registro de $615,72 \mu\text{g g}^{-1}$, maior valor verificado em todo o experimento. Na quarta coleta o valor registrado mostrou-se menor, $111,7 \mu\text{g g}^{-1}$ e na quinta coleta foi determinado o teor de $125 \mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol (Figura 9).

Nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira as concentrações de ergosterol do tempo zero à segunda coleta, corresponderam a $36,6 \mu\text{g g}^{-1}$, $156,3 \mu\text{g g}^{-1}$ e $175,6 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Da terceira à quinta coletas houve diminuições nos teores, sendo registrados os valores de $134,5 \mu\text{g g}^{-1}$, $113,16 \mu\text{g g}^{-1}$ e $101,8 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente (Figura 9).

A quantidade de ergosterol foi significativamente maior nos folíolos *Cae. echinata* ($F = 7,67$; $p < 0,0025$) da serapilheira ($F = 23,9$; $p < 0,001$) na quinta coleta, com interação positiva entre os fatores ($F = 58,87$; $p < 0,001$).

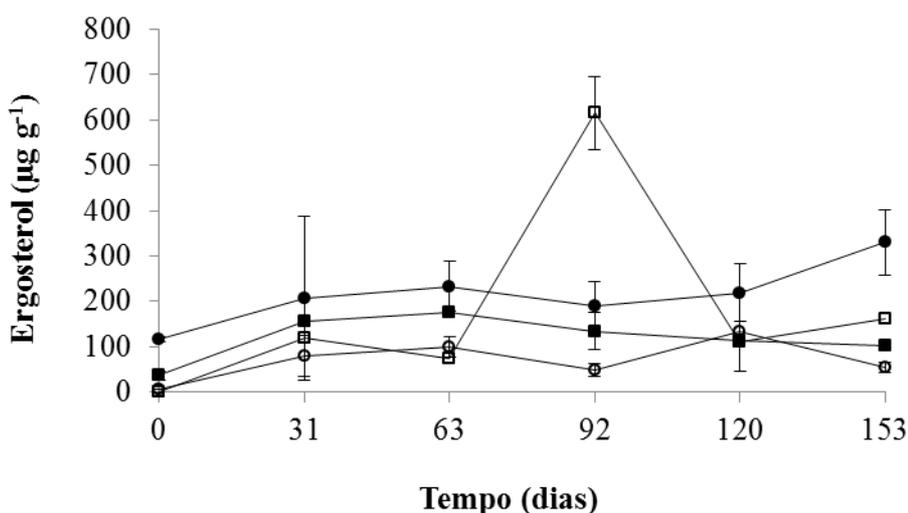


Figura 9. Médias e desvios padrões dos teores de ergosterol, expressos em μg de ergosterol por g^{-1} de folha ($\mu\text{g g}^{-1}$), encontrados nos folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e nas folhas frescas e da serapilheira *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersos no lago situado Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo, SP. Legenda ○ – folíolos frescos de *Cae. echinata*, ● – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, □ – folhas frescas de *Cam. phaea* e ■ – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

4.5. Micro e Macronutrientes presentes no folheto

4.5.1. Parque Municipal Alfredo Volpi

Quanto aos teores de alguns macro e micronutrientes contidos nos substratos, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram teores de nitrogênio que variaram de 20,31 g kg⁻¹ a 24,82 g kg⁻¹ (Tabela 20), enquanto os folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram teores de nitrogênio que variaram de 17,43 g kg⁻¹ a 22,31 g kg⁻¹ (Tabela 21).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* os teores de nitrogênio variaram de 16,21 g kg⁻¹ a 24,1 g kg⁻¹, (Tabela 22), enquanto nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira os teores variaram de 16,21 g kg⁻¹ a 20,66 g kg⁻¹ (Tabela 23).

No tempo zero do experimento os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram as mais elevadas concentrações de nitrogênio, 22,31 g kg⁻¹, enquanto as folhas frescas *Cam. phaea* apresentaram o valor de 16,21 g kg⁻¹.

De maneira geral, os valores de nitrogênio nos folíolos frescos de *Cae. echinata* foram os mais elevados entre os substratos, seguidos pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, folhas frescas de *Cam. phaea* e folhas de *Cam. phaea* da serapilheira. Durante todo o experimento os folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram teores mais baixos de nitrogênio do que os folíolos frescos. Diferentemente, nas folhas de *Cam. phaea* os teores variaram de uma coleta para outra, sendo encontrados na segunda, terceira e quarta coletas maiores teores de nitrogênio nas folhas da serapilheira.

Os teores de fósforo dos folíolos frescos de *Cae. echinata* variaram de 0,7 g kg⁻¹ e 1,35 g kg⁻¹ durante os cinco meses de submersão (Tabela 20), enquanto os folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram teores que variaram de 0,62 g.kg⁻¹ a 1,35 g kg⁻¹ durante o tempo de submersão de quatro meses (Tabela 21).

Os teores de fósforo encontrados nas folhas frescas de *Cam. phaea* variaram de 0,7 g.kg⁻¹ a 0,91 g kg⁻¹ durante os cinco meses de submersão (Tabela 22), enquanto nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira os teores de fósforo variou de 0,67 g kg⁻¹ a 0,79 g kg⁻¹ (Tabela 23).

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* pertencentes ao tempo zero do experimento, apresentaram a mais elevada concentração de fósforo, 1,35 g kg⁻¹. No geral os teores de fósforo nos folíolos frescos de *Cae. echinata* foram mais elevados, seguidos pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, folhas de *Cam. phaea* da serapilheira e folhas frescas de *Cam. phaea*.

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram pequenas flutuações nas concentrações de fósforo com apenas uma diminuição verificada entre o tempo zero e a primeira coleta, depois restabelecida entre a primeira e segunda coleta. Os folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram poucas flutuações, mas foram mantidos valores mais baixos do que os verificados nos

folíolos frescos. Nas folhas frescas de *Cam. phaea* foi verificado aumento no teor de fósforo entre o tempo zero e a primeira coleta e entre a terceira e quarta coletas, enquanto as folhas da serapilheira apresentaram pequenas flutuações nos teores atingindo, na quinta coleta, valor próximo ao verificado no tempo zero.

Analisando os teores de potássio, os valores individuais nos folíolos frescos de *Cae. echinata* durante todo o experimento variaram entre 0,31 g kg⁻¹ e 7,22 g kg⁻¹ (Tabela 20), enquanto que os folíolos da serapilheira apresentaram variações maiores entre as coletas, com teores entre 0,26 g kg⁻¹ e 7,22 g kg⁻¹ (Tabela 21).

As folhas frescas de *Cam. phaea* utilizadas para marcar o tempo zero do experimento, também apresentaram teor elevado de potássio, 9,25 g kg⁻¹. Os teores individuais variaram entre 0,21 g kg⁻¹ a 9,25 g kg⁻¹, durante as coletas (Tabela 22). Nas folhas da serapilheira foram verificadas variações nos teores individuais entre 0,41 g kg⁻¹ a 9,25 g kg⁻¹ (Tabela 23).

No geral os teores de potássio foram mais elevados nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira, seguidas pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, folhas frescas de *Cam. phaea* e folíolos frescos de *Cae. echinata*. Nas duas espécies vegetais os teores de potássio apresentaram-se elevados no tempo zero e sofreram brusca diminuição após o primeiro mês de submersão. Nos quatro substratos, os teores flutuaram durante as coletas.

Quanto aos teores de enxofre, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram teores individuais entre 1,76 g kg⁻¹ a 2,39 g kg⁻¹ (Tabela 20), enquanto que os folíolos da serapilheira apresentaram teores individuais que variaram entre 1,35 g kg⁻¹ a 2,51 g kg⁻¹, durante as quatro coletas (Tabela 21).

As folhas frescas de *Cam. phaea* no tempo zero apresentaram teor de 2,54 g kg⁻¹. Durante as cinco coletas, as folhas frescas apresentaram variações de 1,33 g kg⁻¹ a 2,54 g kg⁻¹ nos teores individuais de enxofre (Tabela 22), enquanto nas folhas da serapilheira foram verificadas variações entre 1,59 g kg⁻¹ a 2,54 g kg⁻¹ (Tabela 23).

Todos os substratos apresentaram flutuações nos teores de enxofre durante o experimento. No geral, verificam-se maiores valores de enxofre nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, seguidos pelos folíolos frescos de *Cae. echinata*, folhas frescas de *Cam. phaea* e folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Com relação aos teores individuais de cálcio, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram variações entre 12,74 g kg⁻¹ e 14,12 g kg⁻¹ (Tabela 20), enquanto que os folíolos da serapilheira apresentaram variações mais pronunciadas, com os valores entre 10,26 g kg⁻¹ e 13,97 g kg⁻¹ (Tabela 21).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram variações nos teores individuais de cálcio entre 6,43 g kg⁻¹ e 13,06 g kg⁻¹ (Tabela 22), enquanto que nas folhas da serapilheira foram verificadas variações entre 6,43 g kg⁻¹ e 15,65 g kg⁻¹ (Tabela 23).

No tempo zero os folíolos de *Cae. echinata* apresentaram valor individual mais elevado de cálcio do que as folhas de *Cam. phaea*. No geral, os teores de cálcio mostraram-se mais elevados nos folíolos frescos de *Cae. echinata*, seguidos pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, folhas da serapilheira de *Cam. phaea* e folhas frescas de *Cam. phaea*.

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram variações nos teores individuais de magnésio entre 0,79 g kg⁻¹ e 3,18 g kg⁻¹, enquanto os folíolos da serapilheira apresentaram valores entre 1,25 g kg⁻¹ e 3,18 g kg⁻¹ (Tabela 21).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram variações nos teores individuais de magnésio entre 0,94 g kg⁻¹ e 13,3 g kg⁻¹ (Tabela 22), enquanto as folhas da serapilheira apresentaram teores entre 1,41 g kg⁻¹ e 13,3 g kg⁻¹ (Tabela 23).

As folhas de *Cam. phaea* no tempo zero apresentaram teores mais elevados de magnésio do que os folíolos de *Cae. echinata*. No geral os valores individuais mais elevados foram verificados nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira, seguidas pelas folhas frescas, folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira e folíolos frescos de *Cae. echinata*.

Com relação ao cobre, os teores individuais encontrados nos folíolos frescos de *Cae. echinata* variaram entre 11 mg kg⁻¹ e 23 mg kg⁻¹ (Tabela 24), teores mais elevados do que os verificados nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, que variaram entre 11 mg kg⁻¹ e 16 mg kg⁻¹, durante as quatro coletas (Tabela 25).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram teores que variaram entre 10 mg kg⁻¹ e 16 mg kg⁻¹ (Tabela 26), enquanto nas folhas da serapilheira os teores de cobre variaram entre 9 mg kg⁻¹ e 15 mg kg⁻¹ (Tabela 27).

No geral os folíolos e folhas frescas apresentaram teores mais altos de cobre do que os folíolos e folhas da serapilheira. De maneira geral, os valores individuais obtidos demonstraram-se mais elevados nos folíolos frescos de *Cae. echinata*, seguidos pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, folhas frescas de *Cam. phaea* e folhas *Cam. phaea* da serapilheira.

Quanto aos teores de ferro, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram variações da concentração, de 389 mg kg⁻¹ a 12910 mg kg⁻¹ (Tabela 24), enquanto nos folíolos da serapilheira os teores foram mais elevados, com variações de 389 mg kg⁻¹ a 26891 mg kg⁻¹ (Tabela 25).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* os teores de ferro variaram entre de 415 mg kg⁻¹ a 11456 mg kg⁻¹ (Tabela 26), enquanto nas da serapilheira variaram entre 415 mg kg⁻¹ a 15769 mg kg⁻¹ (Tabela 27).

Os maiores teores de ferro foram verificados nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, seguidas pelas folhas frescas de *Cae. echinata*, folhas de *Cam. phaea* da serapilheira e folíolos frescos de *Cam. phaea*. Se forem comparados os dados até a quarta coleta, onde foram encerradas as coletas dos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, verifica-se que as mesmas apresentaram maiores teores de ferro.

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram teores individuais de manganês que variaram entre 145 mg kg⁻¹ e 438 mg kg⁻¹ (Tabela 24), enquanto os folíolos da serapilheira exibiram teores que entre 123 mg kg⁻¹ e 4846 mg kg⁻¹ (Tabela 25).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* foram verificados teores de manganês que variaram entre 36 mg kg⁻¹ e 1306 mg kg⁻¹ (Tabela 26), enquanto nas folhas da serapilheira os teores variaram entre 36 mg kg⁻¹ e 2398 mg kg⁻¹ (Tabela 27).

Quando comparados os teores de manganês encontrados nos diferentes tipos de substratos, durante as quatro primeiras coletas, verifica-se maior concentração nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, seguidos pelas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira, folhas frescas de *Cam. phaea* e folíolos frescos de *Cae. echinata*.

As concentrações de zinco nos folíolos frescos de *Cae. echinata* variaram entre 45 mg kg⁻¹ e 102 mg kg⁻¹ (Tabela 24), enquanto que nos folíolos da serapilheira variaram entre 38 mg kg⁻¹ e 101 mg kg⁻¹ (Tabela 25).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram variações entre 34 mg kg⁻¹ a 95 mg kg⁻¹ (Tabela 26), e nas da serapilheira foram variaram entre 34 mg kg⁻¹ e 82 mg kg⁻¹ (Tabela 27).

Os diferentes tipos de folhas apresentaram teores semelhantes de zinco durante a decomposição, com valores individuais próximos. No geral os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram os maiores valores, seguidos pelos folíolos da serapilheira, folhas frescas de *Cam. phaea* e pelas folhas da serapilheira.

Tabela 20. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nos folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletados mensalmente, de maio a setembro de 2008. T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutrientes	N	P	K	S	Ca	Mg
Coletas	g kg^{-1}					
T ₀	22,31	1,35	7,22	2,27	13,12	3,18
1 ^a	20,08	0,7	0,52	1,76	14,12	1,46
2 ^a	24,82	1,03	0,31	1,78	13,49	0,79
3 ^a	23,96	1,03	0,47	1,82	13,04	0,87
4 ^a	22,74	1,07	0,52	2,11	13,64	1,45
5 ^a	21,23	1,17	0,69	2,39	12,74	1,13

Tabela 21. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. da serapilheira, submersos no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletados mensalmente, de maio a setembro de 2008. T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutrientes	N	P	K	S	Ca	Mg
Coletas	g kg^{-1}					
T ₀	22,31	1,35	7,22	2,27	13,12	3,18
1 ^a	17,43	0,71	0,26	1,35	10,26	1,91
2 ^a	20,87	0,71	0,52	2,09	13,97	1,25
3 ^a	19,51	0,62	0,57	2,08	13,22	1,43
4 ^a	20,44	0,72	0,63	2,51	12,4	1,69

Tabela 22. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nos folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2008. T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutrientes	N	P	K	S	Ca	Mg
Coleta	g kg^{-1}					
T ₀	16,21	0,79	9,25	2,54	6,43	13,3
1 ^a	24,1	0,91	0,21	1,6	13,06	0,94
2 ^a	17,72	0,72	0,31	1,33	8,63	1,38
3 ^a	20,08	0,73	0,47	1,49	7,85	1,53
4 ^a	20,44	0,88	0,52	1,69	7,7	1,79
5 ^a	19,51	0,7	0,41	1,71	8,83	1,88

Tabela 23. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nos folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2008. T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutriente	N	P	K	S	Ca	Mg
Coletas	g kg^{-1}					
T ₀	16,21	0,79	9,25	2,54	6,43	13,3
1 ^a	17,79	0,67	5,3	1,89	11,4	5,69
2 ^a	19,94	0,7	0,47	1,59	15,65	1,41
3 ^a	20,66	0,68	0,47	1,67	13,78	1,52
4 ^a	20,58	0,78	0,52	1,93	13,27	1,82
5 ^a	18,93	0,7	0,41	1,9	13,33	1,91

Tabela 24. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam., submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2008. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutrientes	Cu	Fe	Mn	Zn
Coletas	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹
T ₀	11	389	145	57
1 ^a	17	2628	265	102
2 ^a	14	2905	160	45
3 ^a	19	6099	201	73
4 ^a	20	9565	263	77
5 ^a	23	12910	438	99

Tabela 25. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2008. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutrientes	Cu	Fe	Mn	Zn
Coletas	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹
T ₀	11	389	145	57
1 ^a	12	1297	123	38
2 ^a	14	6592	1376	83
3 ^a	15	14856	2167	85
4 ^a	16	26891	4864	101

Tabela 26. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folíolos frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2008. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutrientes	Cu	Fe	Mn	Zn
Coleta	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹
T ₀	10	415	36	34
1 ^a	11	947	108	46
2 ^a	12	2275	264	58
3 ^a	12	4185	552	66
4 ^a	16	9928	1306	95
5 ^a	14	11456	713	86

Tabela 27. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folíolos de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum. da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2008. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutriente	Cu	Fe	Mn	Zn
Coletas	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹
T ₀	10	415	36	34
1 ^a	10	1180	153	38
2 ^a	11	1192	368	65
3 ^a	9	4252	653	66
4 ^a	15	11092	1319	82
5 ^a	11	15769	2398	80

4.5.1. Parque Municipal Burle Marx

Quanto aos teores de alguns macro e micronutrientes contidos nos substratos, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram teores de nitrogênio que variaram de 19,68 g kg⁻¹ a 26,01 g kg⁻¹ (Tabela 28), enquanto nos folíolos da serapilheira foram verificados teores entre 14,76 g kg⁻¹ a 23,41 g kg⁻¹ (Tabela 29).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* os teores de nitrogênio variaram de 13,22 g kg⁻¹ a 23,83 g kg⁻¹ (Tabela 30), enquanto as da serapilheira variaram de 15,96 g kg⁻¹ a 22,63 g kg⁻¹ (Tabela 31).

Entre os substratos utilizados para a análise no tempo zero, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram as mais elevadas concentrações de nitrogênio, 22,63 g kg⁻¹ enquanto as folhas frescas *Cam. phaea* apresentaram 15,96 g kg⁻¹.

De maneira geral, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram os mais elevados os teores de nitrogênio durante as cinco coletas, seguidos pelas folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* e pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira. Com exceção a primeira coleta, os folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram teores mais baixos de nitrogênio do que os folíolos frescos. Nas folhas de *Cam. phaea* os teores variaram de uma coleta para outra, sendo encontrados menores valores de nitrogênio nas folhas da serapilheira na primeira, segunda e quarta coletas.

Os teores de fósforo obtidos para os folíolos frescos de *Cae. echinata* variaram de 0,43 g kg⁻¹ a 1,41 g kg⁻¹, entre o tempo zero e a quinta coleta (Tabela 28). Nos folíolos da serapilheira os teores variaram de 0,42 g kg⁻¹ a 1,41 g kg⁻¹ (Tabela 29).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* os teores de fósforo variaram de 0,84 g kg⁻¹ a 1,01 g kg⁻¹ (Tabela 30). Os teores encontrados nas folhas da serapilheira variaram de 0,77 g kg⁻¹ a 0,92 g kg⁻¹ (Tabela 31).

No tempo zero, os folíolos de *Cae. echinata* apresentaram teores mais elevados de fósforo do que as folhas de *Cam. phaea*. No geral os teores individuais de fósforo foram mais elevados nas folhas frescas de *Cam. phaea*, seguidas pelos folíolos frescos de *Cae. echinata*, folhas de *Cam. phaea* da serapilheira e pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira.

Durante as cinco coletas os folíolos frescos e de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram maiores flutuações nas concentrações de fósforo do que as folhas frescas e de *Cam. phaea* da serapilheira, sendo verificado o menor teor nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira pertencentes à segunda coleta.

Analisando os teores de potássio nos folíolos frescos de *Cae. echinata* verificou-se teores individuais que variaram entre 0,18 g kg⁻¹ e 8,33 g kg⁻¹ (Tabela 28). Os folíolos da serapilheira apresentaram teores individuais que variaram de 0,18 g kg⁻¹ a 8,33 g kg⁻¹ (Tabela 29).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram teores individuais de potássio que variaram entre 0,23 g kg⁻¹ e 12,2 g kg⁻¹ (Tabela 30), enquanto as folhas da serapilheira apresentaram variações entre 0,22 g kg⁻¹ e 12,2 g kg⁻¹ (Tabela 31).

No geral os valores individuais de potássio obtidos através dos valores individuais foram mais elevados nas folhas de frescas de *Cam. phaea*, seguidas pelas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira, pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira e pelos folíolos frescos de *Cae. echinata*. Nas duas espécies vegetais os teores de potássio apresentaram-se elevados no tempo zero e sofreram brusca diminuição após o primeiro mês de submersão.

Quanto aos teores de enxofre, os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram teores individuais entre 1,93 g kg⁻¹ e 2,46 g kg⁻¹ (Tabela 28); os folíolos da serapilheira apresentaram teores semelhantes, mas com maior acúmulo nas duas últimas coletas, com teores individuais que variaram entre 1,91 g kg⁻¹ e 3,52 g kg⁻¹ (Tabela 29).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram teores individuais de enxofre que variaram entre 1,91 g kg⁻¹ e 2,57 g kg⁻¹, com média geral de 2,26 g kg⁻¹ (Tabela 30). As folhas da serapilheira apresentaram teores individuais que variaram entre 2,33 g kg⁻¹ e 3,51 g kg⁻¹, com média de 2,81 g kg⁻¹ de enxofre (Tabela 31).

No geral os teores individuais de enxofre apresentaram-se maiores nas folhas *Cam. phaea* da serapilheira, seguidas pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, folhas frescas de *Cam. phaea* e folíolos frescos de *Cae. echinata*.

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram variações nos teores individuais de cálcio entre 13,55 g kg⁻¹ e 19,18 g kg⁻¹ (Tabela 28), enquanto que os folíolos da serapilheira apresentaram variações entre 13,42 g kg⁻¹ e 20,51 g kg⁻¹ (Tabela 29).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* os teores individuais de cálcio variaram entre 6,14 g kg⁻¹ e 11,71 g kg⁻¹ (Tabela 30), enquanto nas folhas da serapilheira foram verificadas variações entre 8,3 g kg⁻¹ e 18,45 g kg⁻¹ (Tabela 31).

Os folíolos de *Cae. echinata* no tempo zero apresentaram valor individual mais elevado de cálcio do que as folhas de *Cam. phaea*. No geral, folíolos da serapilheira de *Cae. echinata* apresentaram os maiores valores individuais, seguido pelos folíolos frescos, folhas de *Cam. phaea* da serapilheira e folhas frescas.

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram variações nos teores individuais de magnésio entre 0,23 g kg⁻¹ e 1,48 g kg⁻¹ (Tabela 28), enquanto os folíolos da serapilheira apresentaram variações entre 0,37 g kg⁻¹ e 1,48 g kg⁻¹ (Tabela 29).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram variações nos teores de magnésio entre 0,39 g kg⁻¹ e 7,7 g kg⁻¹, (Tabela 30) e as da serapilheira entre 0,71 g kg⁻¹ e 7,7 g kg⁻¹ (Tabela 31).

As folhas de *Cam. phaea* no tempo zero apresentaram teores mais elevados de magnésio do que os folíolos de *Cae. echinata*. No geral, os teores individuais apresentaram-se mais elevados nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira, seguidas pelas folhas frescas, folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira e folíolos frescos de *Cae. echinata*.

Nos folíolos frescos de *Cae. echinata* os teores de cobre variaram entre 12,6 mg kg⁻¹ e 37,57 mg kg⁻¹ (Tabela 32), enquanto os folíolos da serapilheira apresentaram teores entre 10,4 mg kg⁻¹ e 41,28 mg kg⁻¹, com média geral de 22 mg kg⁻¹ (Tabela 33).

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram teores individuais de cobre que variaram entre 12,76 mg kg⁻¹ e 64,96 mg kg⁻¹ (Tabela 34), enquanto as da serapilheira apresentaram variações entre 11,61 mg kg⁻¹ e 43,27 mg kg⁻¹ (Tabela 35).

De maneira geral, as folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram os maiores teores individuais de cobre, seguidas pelas folhas da serapilheira de *Cam. phaea*, folíolos da serapilheira de *Cae. echinata* e pelos folíolos frescos de *Cae. echinata*.

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram variações nas concentrações de ferro entre 581 mg kg⁻¹ e 2849 mg kg⁻¹ (Tabela 32). Nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira os teores individuais foram mais elevados e variaram de 458 mg kg⁻¹ a 11498 mg kg⁻¹ (Tabela 33).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* os teores individuais de ferro variaram entre 444 mg kg⁻¹ e 10519 mg kg⁻¹ (Tabela 34), enquanto nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira variaram entre 444 mg kg⁻¹ e 12999 mg kg⁻¹ (Tabela 35).

Os maiores teores de ferro foram verificados nas folhas de *Cae. phaea* da serapilheira, seguidas pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, pelas folhas frescas de *Cam. phaea* e pelos folíolos frescos de *Cae. echinata*. No tempo zero os folíolos de *Cae. echinata* apresentaram os maiores teores de ferro.

Os folíolos frescos de *Cae. echinata* apresentaram teores de manganês que variaram entre 59,8 mg kg⁻¹ a 141,9 mg kg⁻¹ (Tabela 32) e os da serapilheira apresentaram teores que variaram entre 73,9 mg kg⁻¹ a 134,2 mg kg⁻¹ (Tabela 33).

Nas folhas frescas de *Cam. phaea* os teores individuais de manganês variaram entre 27,89 mg kg⁻¹ e 91,13 mg kg⁻¹ (Tabela 34), enquanto nas folhas da serapilheira os teores variaram de 27,89 mg kg⁻¹ a 241,3 mg kg⁻¹ (Tabela 35).

No geral, os teores individuais de manganês apresentaram-se mais elevados nas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira, seguidas pelos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, folíolos frescos de *Cae. echinata* e folhas frescas de *Cam. phaea*.

As concentrações de zinco nos folíolos frescos de *Cae. echinata* variaram entre 54 mg kg⁻¹ e 110,3 mg kg⁻¹, com média geral de 70 mg kg⁻¹ (Tabela 32), enquanto nos folíolos da serapilheira variaram entre 43,1 mg kg⁻¹ e 129,3 mg kg⁻¹ (Tabela 33).

Nas folhas frescas *Cam. phaea* os teores de zinco variaram entre 35,9 mg kg⁻¹ e 75,1 mg kg⁻¹ (Tabela 34) e nas folhas da serapilheira variaram entre 36,7 mg kg⁻¹ e 76 mg kg⁻¹ (Tabela 35).

As duas espécies vegetais e os quatro tipos de substratos apresentaram teores semelhantes de zinco durante a decomposição. No geral, os teores mais elevados foram verificados nos folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, seguidos pelos folíolos frescos de *Cae. echinata*, folhas frescas de *Cam. phaea* e pelas folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Tabela 28. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nos folíolos frescos de *Caesalpinia echinata* Lam, submersos no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletados mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutrientes	N	P	K	S	Ca	Mg
Coletas	g kg^{-1}					
T ₀	22,63	1,41	8,33	2,46	17,21	1,48
1 ^a	19,68	0,43	0,23	2,25	19,18	0,44
2 ^a	25,31	0,93	0,24	2,03	14,48	0,26
3 ^a	25,38	0,86	0,21	1,93	14,62	0,25
4 ^a	26,01	0,84	0,18	2,02	13,55	0,23
5 ^a	24,32	0,98	0,24	2,1	13,89	0,28

Tabela 29. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam da serapilheira, submersos no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletados mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutrientes	N	P	K	S	Ca	Mg
Coletas	g kg^{-1}					
T ₀	22,63	1,41	8,33	2,46	17,21	1,48
1 ^a	23,41	0,91	0,18	1,91	13,42	0,37
2 ^a	14,76	0,42	0,21	2,32	18,86	0,42
3 ^a	15,25	0,48	0,25	2,55	20,51	0,47
4 ^a	15,75	0,51	0,28	2,96	18,71	0,51
5 ^a	15,68	0,58	0,3	3,52	15,45	0,48

Tabela 30. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nas folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum de, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutrientes	N	P	K	S	Ca	Mg
Coleta	g kg^{-1}					
T ₀	15,96	0,89	12,2	2,74	8,3	7,7
1 ^a	22,21	0,84	0,24	1,91	11,71	0,5
2 ^a	23,83	0,96	0,23	1,98	8,36	0,39
3 ^a	19,61	0,89	0,25	2,01	6,14	0,4
4 ^a	22,92	1,01	0,44	2,34	8,03	0,49
5 ^a	13,22	0,97	0,4	2,57	7,13	0,46

Tabela 31. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em g Kg^{-1} , contidos nas folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, N – Teores de nitrogênio, P – teores de fósforo, K – teores de potássio, S – teores de enxofre, Ca – teores de cálcio, Mg – teores de magnésio.

Nutriente	N	P	K	S	Ca	Mg
Coletas	g kg^{-1}					
T ₀	15,96	0,89	12,2	2,74	8,3	7,7
1 ^a	18,63	0,8	0,24	2,33	18,45	0,72
2 ^a	18,56	0,77	0,25	2,54	15,89	0,71
3 ^a	22,63	0,82	0,26	3,00	14,98	0,73
4 ^a	20,39	0,8	0,22	2,72	15,9	0,87
5 ^a	21,02	0,92	0,25	3,51	14,83	0,83

Tabela 32. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folíolos frescas de *Caesalpinia echinata* Lam., submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutrientes	Cu	Fe	Mn	Zn
Coletas	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹
T ₀	12,6	581	134,2	63,1
1 ^a	13,04	2849	141,9	110,3
2 ^a	23,25	777	60,2	81,4
3 ^a	20,35	1157	64,2	54
4 ^a	23,49	1010	59,8	54,1
5 ^a	37,57	2172	65,09	57,4

Tabela 33. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folíolos de *Caesalpinia echinata* Lam. da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutrientes	Cu	Fe	Mn	Zn
Coletas	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹	mg kg⁻¹
T ₀	12,6	581	134,2	63,1
1 ^a	10,04	458	73,9	43,1
2 ^a	14,53	3558	100,4	131
3 ^a	22,74	5299	89,2	129,3
4 ^a	30,09	7334	132,3	111,4
5 ^a	41,28	11498	132,7	113,7

Tabela 34. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folhas frescas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutrientes	Cu	Fe	Mn	Zn
Coleta	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}
T ₀	12,76	444	27,89	36,7
1 ^a	15,63	1155	33,7	35,9
2 ^a	23,04	1555	32,1	60,7
3 ^a	44,6	3416	33,6	75,1
4 ^a	64,96	5407	91,13	59,2
5 ^a	62,13	10519	81,7	66

Tabela 35. Valores individuais dos teores de macronutrientes, expressos em mg Kg^{-1} , contidos nos folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum da serapilheira, submersas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas mensalmente, de maio a setembro de 2009. Legenda: T₀ – tempo zero, Cu - Teores de cobre, Fe - teores de ferro, Mn – teores de manganês, Zn – teores de Zinco.

Nutriente	Cu	Fe	Mn	Zn
Coletas	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}
T ₀	12,76	444	27,89	36,7
1 ^a	11,61	2484	241,3	44,6
2 ^a	16,11	4432	107,5	50
3 ^a	29,89	7196	77,9	52,7
4 ^a	33,28	7902	123,75	76
5 ^a	43,27	12999	135,38	65,3

5. Discussão

5.1. Variáveis Climáticas

As variáveis climáticas obtidas para os meses em que foram realizadas as coletas demonstram pouca diferença entre os valores médios de temperatura do nos anos de 2008 e 2009, sendo verificadas maiores diferenças quanto à precipitação pluviométrica (Figuras 6 e 7). O mês de abril de 2008 apresentou maior valor médio de precipitação pluviométrica do que o mês de abril de 2009, mas a maior diferença foi verificada entre os meses de julho de 2008 e 2009 que apresentaram valores médios de 0,4 mm e 200 mm, respectivamente.

A avaliação anual realizada para o ano de 2008 demonstrou um clima mais quente e seco do que o normal, com verão mais chuvoso e o mês de julho com a menor acumulação de precipitação da história medida pela Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia e Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, que mede os dados da região desde 1933 (IAG-USP 2008).

De acordo com o Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG-USP (2008) a temperatura média mensal foi relativamente mais quente do que as normais, com destaque para os meses de abril, julho, agosto e outubro, meses em que o experimento estava em andamento.

O valor médio de precipitação pluviométrica obtida para o mês de julho de 2009 assemelha-se aos valores obtidos normalmente para os meses chuvosos de dezembro, janeiro e fevereiro dos anos de 2008 e 2009 (Figuras 6 e 7). De acordo com Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG-USP (2009), o ano de 2009 foi mais chuvoso, com dois recordes históricos de precipitação diária, além do fato do mês julho ter se apresentado extremamente úmido. Apesar da alta pluviométrica, as temperaturas médias mensais foram consideradas normais para a época.

5.2. Variáveis abióticas das águas dos lagos

Os valores de temperatura foram mensurados na região litorânea, ao lado das caixas submersas e corroboram valores obtidos por outros estudos realizados em reservatórios urbanos situados em remanescentes de mata atlântica (Bicudo *et al.* 2002, Bicudo *et al.* 2007, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009). Tanto os valores mínimos quanto máximos obtidos nas duas áreas nos anos de 2008 e 2009 não se mostraram limitantes para o desenvolvimento dos fungos, já que os fungos responsáveis pela decomposição de substratos submersos são mesofílicos e crescem a temperaturas de 5 – 35°C, com ótimo entre 20 a 25 °C (Dix & Webster 1995).

Segundo Bärlocher (1992b) a temperatura ótima para o desenvolvimento dos hifomicetos aquáticos pode variar de espécie para espécie, refletindo diretamente na taxa de esporulação

(Chauvet & Suberkropp 1998), sendo verificada certa sensibilidade dos mesmos a mudanças bruscas (Schoenlein-Crusius *et al.* 2004). Os hifomicetos facultativos e terrestres apresentam certas adaptações às variações de temperatura do ambiente (Park 1968), mas de acordo com Dix & Webster (1995) pequenas variações podem estimular o crescimento de algumas espécies, o que reflete diretamente na composição e estrutura das comunidades decompositoras.

As concentrações de oxigênio apresentaram variações nos dois lagos, com valores mais baixos verificados nas águas do Parque Municipal Alfredo Volpi, possivelmente pelo maior sombreamento de suas águas e pelo maior acúmulo de material alóctone. Diferenças nas concentrações de oxigênio entre as coletas e entre os dois lagos eram esperadas, já que a dissolução e produção deste gás nos ambientes aquáticos é dependente das interações ar/água, pressão da atmosfera, temperatura da água, tempo de insolação e de sombreamento, da quantidade de material em decomposição acumulado, da oxidação química, além da produção e utilização pela biota (Esteves 1998, Tundisi & Matsumura Tundisi 2008). Valores e variações semelhantes foram verificados por Dias (2008) e Fagundes (2008) no lago do Parque Alfredo Volpi no início do ano de 2008.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005, determina-se o valor mínimo de 4 mg L^{-1} de oxigênio dissolvido em águas classificadas na categoria daquelas que se prestam para a preservação das comunidades aquáticas, sendo que valores menores foram registrados em duas coletas realizadas no Parque Municipal Alfredo Volpi. Em algumas coletas foi percebido forte odor de enxofre exalado do sedimento do lago, que possivelmente caracteriza decomposição anaeróbia dos substratos acumulados, através da conversão de compostos orgânicos complexos em ácidos voláteis, que posteriormente são convertidos em metano, dióxido de carbono, amônia, gás sulfídrico e mercaptanos (Esteves & Barbosa 1986), responsáveis pelo odor (Bianchini Jr. 1999).

Os valores de pH foram mais elevados nas coletas realizadas no lago situado no Parque Municipal Burle Marx. As variações nos valores de pH podem estar relacionadas às concentrações de matéria orgânica encontradas nas águas e às atividades fotossintéticas e respiratórias realizadas nesses ambientes, que influenciam diretamente as concentrações de CO_2/O_2 de corpos d'água (O'Neill 1995, Esteves 1998, Tundisi & Matsumura-Tundisi 2008).

De acordo com Esteves (1998) a maioria dos corpos d'água continentais apresenta pH que varia de 6 a 8, mas é normal a ocorrência de ambientes mais ácidos ou alcalinos, dependendo das características apresentadas pelo solo adjacente, quantidade e qualidade de precipitação, poluição atmosférica, poluição hídrica, vegetação local, acúmulos de matéria orgânica sobre o solo e nas águas. Desta forma, lagos, rios e riachos localizados em regiões de mata atlântica e áreas urbanas

podem apresentar pH mais ácido (Esteves 1998, Tundisi & Matsumura-Tundisi 2008, Lopes *et al.* 2009).

De acordo com a Lopes *et al.* (2009) estudos realizados na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba relatam valores de pH que variam entre 4 e 5 para as águas superficiais de córregos e nascentes. Bicudo *et al.* (2009) citam valores um pouco mais elevados entre 5,5 - 6,6 e, ressaltam a importância da coloração castanho-amarelada apresentada pelas águas, que pode indicar presença de compostos húmicos, o que é comum em ambientes aquáticos rodeados por vegetação densa e solos ricos em material em decomposição (Esteves 1998, Tundisi & Matsumura Tundisi 2008, Lopes *et al.* 2009).

Os valores de condutividade mostraram-se mais elevados no Parque Alfredo Volpi. A condutividade elétrica indica a concentração de ácidos, bases e de sais dissolvidos na água e é medida através do fluxo de corrente elétrica formada entre os íons. Pode também correlacionar-se aos nutrientes dissolvidos, por isso espera-se que ambientes poluídos ou que possuam altas concentrações de sólidos dissolvidos apresentem altos valores de condutividade (Tundisi & Matsumura Tundisi 2008). Sua variação pode fornecer informações sobre a produtividade primária e decomposição, bem como sobre as características geoquímicas das bacias de drenagem dos afluentes que abastecem rios e lagos, além das interações existentes entre os ambientes aquáticos e terrestres (Esteves 1998).

Os dados de condutividade obtidos para o lago do Parque Municipal Alfredo Volpi corroboram os valores apresentados por Dias (2008) e Fagundes (2008) que trabalharam durante a época chuvosa neste mesmo lago.

Quanto as diferenças verificadas nos valores de condutividade entre as duas áreas de estudo, supõe-se que o Parque Municipal Burlle Marx apresente menor acúmulo de matéria orgânica de origem vegetal submersa e sobre o solo adjacente e, possivelmente receba volumes menores de água de escoamento superficial, o que resultaria em menores valores de condutividade. Para as diferenças verificadas entre os dias de coleta, nos dois lagos, supõe-se que as diferenças decorram da atividade iônica encontrada em solução, possivelmente influenciada pelas chuvas e entrada de material via solo e diluição dos íons em maiores volumes de água (Esteves 1998, Tundisi & Matsumura Tundisi 2008), já que no ano de 2009 foram registrados valores elevados de precipitação (Figura 6 e 7).

No geral, com exceção às concentrações de oxigênio dissolvido que se mostraram baixas em algumas coletas no Parque Municipal Alfredo Volpi, as variáveis abióticas mensuradas não se mostram limitantes ao crescimento e desenvolvimentos dos fungos associados aos substratos, não expressando uma situação crítica dos ambientes, no ponto de vista limnológico.

5.3. Ocorrência, riqueza e sucessão de hifomicetos

De acordo com Goh & Hyde (1996) os hifomicetos que habitam os ambientes aquáticos podem ser divididos em cinco grupos artificiais, *i.e.* hifomicetos aquáticos, hifomicetos aero-aquáticos, hifomicetos terrestre-aquáticos, hifomicetos facultativos e hifomicetos terrestres, mas a maneira de separação dos táxons é muito tênue e pode causar confusão, já que leva em conta o modo de vida de cada espécie e os tipos de conidióforos e conídios produzidos. Por isso, no presente estudo os fungos que possivelmente se encaixam em hifomicetos terrestre-aquáticos, facultativos e terrestres na classificação de Goh & Hyde (1996) serão divididos apenas em facultativos e terrestres.

Assim, assume-se a existência de quatro grupos artificiais, os hifomicetos aquáticos ou ingoldianos, os aero-aquáticos, os facultativos e os terrestres. Os hifomicetos aquáticos ou ingoldianos correspondem aos mesmos descritos em literatura, formadores de conídios estrelados, denominados tetrarradiados e sigmóides, hialinos e dependentes da água para a reprodução, devendo esporular quando submersos ou em locais com humidade elevada (Ingold 1975, Bärlocher 1992a, b, Goh & Hyde 1996, Marvanová 1997, Gulis *et al.* 2005).

São denominados hifomicetos facultativos os táxons descritos na literatura como terrestres, que habitam solos, plantas vivas e folheto em decomposição, mas que durante todo o experimento e incubação do folheto em placas de Petri contendo apenas água, tenham apresentado densa formação de conídios, demonstrando estar ativos na decomposição das folhas e folíolos submersos. No grupo dos hifomicetos terrestres são locados os táxons normalmente isolados em ambientes terrestres, em solos, folheto, madeira, folhas vivas e que tenham formado suas estruturas de reprodução assexuadas apenas em câmaras úmidas, demonstrando ser resistentes à submersão, mas com a necessidade de esporular quando em contato com o ar. Assume-se que os organismos pertencentes a este grupo possam permanecer ativos decompondo materiais submersos na forma vegetativa, apresentando apenas micélio somático, mas que também possam permanecer dormentes na forma de propágulos e estruturas de resistência, passando a colonizar novamente as folhas após a permanência destas fora dos ambientes aquáticos.

O folheto coletado no Parque Municipal Alfredo Volpi apresentou maior número de ocorrências e riqueza de hifomicetos do que o folheto coletado no Parque Municipal Burle Marx. Foram verificadas diferenças entre as riquezas de hifomicetos aquáticos e facultativos, que ocorreram em maior número na primeira etapa do experimento e, entre as riquezas de hifomicetos terrestres que ocorreram em maior número na segunda etapa do experimento.

De acordo com Suberkropp & Klug (1976), as folhas quando submersas carregam em seu filoplano e mesófilo, propágulos de geofungos que nos primeiros estádios da decomposição podem ser considerados colonizadores dominantes. Entretanto, quando imersos tornam-se menos

competitivos e normalmente passam a ser substituídos pela micota nativa dos ambientes aquáticos. O folheto coletado no Parque Municipal Bursle Marx apresentou menor riqueza e ocorrência de hifomicetos aquáticos, o que justifica a mais intensa colonização das folhas pelos hifomicetos terrestres.

Nos folíolos e folhas no tempo zero, nas duas etapas do experimento, foram verificados apenas fungos de origem terrestre. Nos substratos frescos, os táxons isolados fazem parte da micota autóctone, presentes nas folhas antes da senescência. Nos substratos da serapilheira as micotas verificadas no tempo zero podem ser compostas por fungos autóctones e fungos provenientes da serapilheira e solo (Bärlocher & Kendrick 1974, Frankland 1992, 1998, Dix & Webster 1995), locais onde os substratos estavam dispostos quando coletados. Por isso, esperava-se que as micotas associadas às duas espécies de folhas e aos substratos frescos e da serapilheira, apresentassem composições diferentes.

Apesar disto, no experimento desenvolvido no Parque Municipal Alfredo Volpi, tanto os folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* quanto as folhas de *Cam. phaea* apresentaram semelhança nas composições das micotas iniciais, demonstrando que a micota autóctone persistiu na fase inicial de decomposição, sendo apenas substituída após a submersão. Estes resultados corroboram dados apresentados por estudos clássicos realizados por Bärlocher & Kendrick (1974) e Suberkropp & Klug (1976).

Em uma série de estudos Promputtha *et al.* (2002, 2004, 2005, 2007), verificaram que espécies de fungos endofíticos persistiram como sapróbios durante toda a decomposição de diferentes espécies de folhas em ambientes terrestres. Concluíram que a sequência de ocorrência desses fungos durante o processo de sucessão se faz presente de acordo com a habilidade que possuem na produção de diferentes enzimas degradadoras, conforme a necessidade e através do tempo.

No presente estudo a mudança drástica de ambiente, isto é, do terrestre para o aquático, pode ter dificultado a continuidade de colonização dos fungos autóctones, sendo estes então substituídos por fungos nativos, ou mesmo por terrestres tolerantes à submersão (Bärlocher & Kendrick 1974). Este fato pode ser verificado quando se compara os valores de similaridade entre as micotas pertencentes ao tempo zero e à primeira coleta em cada tipo de substrato e para cada área de estudo (Tabelas 10 e 18).

Resultado semelhante também foi verificado em estudo sobre sucessão fúngica em folhas de *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk. e *Ligustrum lucidum* Ait. submersas em um riacho na Argentina (Marano *et al.* 2010), no qual táxons de fungos anamorfos terrestres comumente isolados das folhas antes da submersão, como *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp. foram isolados nas fases iniciais da sucessão, sendo substituídos após 10 dias de submersão.

Nas duas etapas do experimento a riqueza total de táxons de hifomicetos, bem como a riqueza verificada em cada uma das espécies de folhas, corroboram dados apresentados por estudos brasileiros, realizados com folhas de diferentes espécies vegetais submersas em lagos e rios (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a, Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Malosso 1995, 1999, Moreira 2002,). Schoenlein-Crusius & Milanez (1989) verificaram o total de 20 táxons de hifomicetos associados à folhas de *Ficus microcarpa* L. f., divididos em 16 terrestres e quatro aquáticos. Em estudo posterior, os mesmos autores registraram 11 táxons de hifomicetos associados à folhas de *F. microcarpa*, *Quercus robur* L. e folheto misto, incluindo dez aquáticos e um facultativo (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a). No mesmo ano, Schoenlein-Crusius *et al.* (1990) em estudo sobre sucessão fúngica em folhas de *Q. robur* registraram 25 hifomicetos, sendo sete aquáticos, um facultativo e 17 terrestres.

Posteriormente, em estudo realizado a fim de verificar a ocorrência de fungos aquáticos associados à folhas submersas de *F. microcarpa*, *Q. robur* e *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg., no qual utilizou-se apenas a técnica de incubação em água destilada estéril, foram verificados 11 táxons de hifomicetos, dez aquáticos e um facultativo (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992). Schoenlein-Crusius & Milanez (1998a) compararam ocorrência e riqueza de táxons de fungos dispersos na água de um riacho, no solo próximo ao riacho e associados a folhas de *A. triplinervia* dispostas sobre o solo e submersas no riacho. Os autores obtiveram o total de 123 táxons de fungos, entre estes 82 fungos anamorfos, incluindo cinco hifomicetos ingoldianos, seis celomicetos e 71 hifomicetos terrestres, com valores maiores de ocorrência e riqueza nas folhas submersas. Concomitantemente os mesmos autores realizaram estudo sobre sucessão fúngica em folhas de *A. triplinervia* submersas no mesmo riacho e obtiveram um total de 81 táxons, dentre os quais 50 foram anamorfos e 48 hifomicetos, divididos em cinco aquáticos e 43 terrestres.

Malosso (1995), utilizando outra técnica de estudo que consiste na coleta de folhas submersas livres em corpos d'água, verificou 49 ocorrências e 13 gêneros de hifomicetos aquáticos associados ao folheto misto coletado em três pontos ao longo do Rio Monjolinho. Posteriormente a mesma autora realizou levantamento de hifomicetos aquáticos em folheto misto livre, submerso em ambiente lótico e lêntico, e registrou 16 táxons (15 aquáticos e um terrestre) na Represa do Guarapiranga e 20 táxons (19 aquáticos e um terrestre) no Rio Monjolinho.

Dois trabalhos foram realizados com folhas de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas, sendo um em riacho localizado na Reserva Biológica de Paranapiacaba (Moreira 2002) e em dois reservatórios urbanos da cidade de São Paulo (Moreira 2006). No primeiro estudo foram registrados 40 táxons de fungos, dos quais seis hifomicetos aquáticos e 30 hifomicetos terrestres, enquanto no segundo estudo foram registrados 108 táxons, entre estes 79 fungos anamorfos, sendo 65 hifomicetos terrestres e cinco hifomicetos aquáticos.

A menor ocorrência de hifomicetos facultativos e terrestres registrada nos estudos realizados por Schoenlein-Crusius & Milanez (1990a) e Schoenlein-Crusius *et al.* (1992), possivelmente decorreram da metodologia de isolamento aplicada no desenvolvimento dos experimentos, já que as folhas foram incubadas apenas em água destilada esterilizada, sem a utilização de câmaras-úmidas ou meios de cultura, diminuindo a observação dos hifomicetos terrestres. Isto demonstra a importância do consorciamento de técnicas de isolamento para a obtenção dos dados sobre a comunidade fúngica (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a, 1998b). De acordo com Nikolcheva *et al.* (2003) o consorciamento de técnicas de estudo, tradicionais e modernas (biotecnologia e biologia molecular), possibilita uma análise mais completa sobre a comunidade decompositora de folhas.

Em estudo realizado por Fagundes (2008), que objetivou o levantamento de geofungos associados aos folhedo de *Cae. echinata* submerso no lago do Parque Municipal Alfredo Volpi, foram verificados 27 fungos, incluindo 24 hifomicetos terrestres. Concomitantemente a este trabalho, Dias (2008) realizou estudo visando o levantamento de hifomicetos decompositores de folhas de *Cam. phaea* submersas no mesmo lago e verificou-se o total de 21 táxons de hifomicetos, divididos em sete aquáticos, três facultativos, três terrestres e oito não identificados.

Neste estudo foram utilizadas as técnicas de isolamento em câmara úmida e em meio de cultura, o que favoreceu o maior registro de fungos terrestres. Já no estudo realizado por Dias (2008) foi utilizada apenas a técnica de incubação em água destilada esterilizada. Apesar disto foram registrados fungos de origem terrestre associados ao substrato e a riqueza de táxons mostrou-se semelhante a obtida para as folhas de *Cam. phaea* no presente estudo.

Posteriormente, Gruppi (2009) realizou levantamento da comunidade de hifomicetos associada ao folhedo misto, submerso em lagos no Parque Central em Santo André, SP, pelo período de um ano. A autora utilizou as técnicas de isolamentos em placas de Petri contendo água destilada esterilizada, em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e em aquários contendo água dos locais de coleta, mantidas sob oxigenação por bomba de ar. Como resultado, foram registrados 38 táxons de fungos, dos quais 35 fungos anamorfos, dentre estes um celomiceto, oito hifomicetos aquáticos e 26 hifomicetos terrestres. De acordo com a autora, sete táxons foram obtidos das amostras de folhedo incubados em água destilada esterilizada, cinco dos aquários e 25 do folhedo incubado em meio de cultura. Isto demonstra que o consorciamento de técnicas de estudo possibilitou o registro de táxons que possivelmente seriam negligenciados com a utilização de apenas uma das metodologias. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram as observações acima descritas, pois as técnicas utilizadas permitiram a obtenção de micota representativa nos vários substratos estudados.

Concomitantemente à segunda etapa do experimento do presente estudo, mas pelo período de um ano, Aidar (2010) realizou levantamento de hifomicetos aquáticos em folheto misto submerso no lago do Parque Burle Marx utilizando apenas a técnica de incubação em água destilada esterilizada e verificou um total de 14 táxons de fungos, dos quais nove foram hifomicetos aquáticos, dois facultativos e três terrestres. Dentre os táxons obtidos pela autora sete foram verificados no presente estudo, entre estes *Anguillospora crassa*, *Anguillospora* sp., *Camposporium pellucidum*, *Endophragmiella* sp., *Pyramidospora casuarinae*, *Tripodsporium* sp., *Triscelophorus monosporus*.

Dentre os estudos realizados em ambiente terrestres com folíolos de *Cae. echinata*, Grandi & Silva (2006) obtiveram um total de 46 táxons de fungos anamorfos, divididos em 43 hifomicetos e três celomicetos, riqueza mais elevada do que a verificada no presente estudo. Neste caso, o maior registro de táxons pode estar relacionado ao maior esforço amostral realizado pelas autoras, já que as coletas ocorreram bimestralmente por dois anos consecutivos, em diferentes regiões da cidade de São Paulo e com uma das coletas sendo realizada na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, SP. Posteriormente o levantamento dos hifomicetos associados à folhas de *Cae. echinata* foi realizado no Parque do Ibirapuera, na cidade de São Paulo, SP, e na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, resultando no registro de 32 táxons de hifomicetos, sendo 23 isolados na cidade de São Paulo e 22 na Reserva de Mogi-Guaçu (Silva & Grandi 2008), riqueza semelhante à obtida para os folíolos de *Cae. echinata* no presente estudo.

No presente estudo, os resultados obtidos, tanto para o Parque Municipal Alfredo Volpi quanto para o Burle Marx, demonstram maior riqueza de hifomicetos terrestres associados aos substratos e corroboram dados apresentados por estudos anteriores, nos quais foram isolados geofungos após meses de submersão das folhas (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a,b, Moreira 2002, 2006, Dias 2008, Marano *et al.* 2010).

De acordo com Schoenlein-Crusius & Grandi (2003) a ocorrência de hifomicetos terrestres associados a substratos submersos, diferentes dos autóctones, possivelmente resulta da elevada tolerância que estes microrganismos apresentam a ambientes inóspitos e/ou às mudanças bruscas de condições ambientais, sendo frequente o isolamento e observação destes fungos em estudos desenvolvidos em ambientes aquáticos. Possivelmente muitos hifomicetos terrestres desenvolvam-se vegetativamente nos substratos submersos, decompondo ativamente o folheto (Descals & Moralejo 2001, Moreira 2006, Nikolcheva *et al.* 2003, Nikolcheva *et al.* 2005).

Os métodos tradicionais de avaliação da riqueza e da diversidade utilizam a esporulação das espécies de fungos em um determinado substrato e tomam por base que os táxons com elevada taxa de produção de conídios dominam a decomposição. Nikolcheva *et al.* (2003; 2005) verificaram que

ao menos nos estádios iniciais da sucessão fúngica e decomposição de folhas, o número de táxons encontrados pelo método molecular excedeu a diversidade de táxons de fungos encontrados através dos métodos tradicionais. Verificaram que os métodos moleculares detectam a presença dos fungos nos substratos de forma mais completa, isto é, detectam fungos esporulantes e também os não esporulantes, mas que estão em atividade junto ao substrato analisado. Dessa forma, verifica-se que a utilização do critério da esporulação deve ser feita com cautela, pois fungos não esporulantes também podem estar em plena atividade, o que através dos métodos convencionais nem sempre é detectado.

Nas duas etapas do experimento, as folhas de *Cam. phaea* da serapilheira apresentaram colonização mais intensa e rápida do que as folhas frescas, fato que pode estar relacionado à maior concentração de substâncias inibidoras do crescimento microbiano nas folhas frescas como compostos fenólicos, a cutícula foliar e outros metabólitos (Bärlocher 1991, 2005, Gessner & Schwoerbel 1989, Suberkropp & Klug 1980, Gessner & Chauvet 1994). Além do fato destes substratos terem sido coletados em estágio mais avançado de decomposição.

Na família *Myrtaceae*, onde está locada a espécie *Cam. phaea*, é característica a ocorrência de metabólitos secundários, como saponinas, flavonóides, taninos e óleos essenciais que podem atuar como agentes antimicrobianos (Markman *et al.* 2000, Adati 2001). Segundo Adati (2001), as folhas de *Cam. phaea* possuem cerca de 14% de taninos, além de óleos voláteis, óxido de cariofileno e os glicosídeos flavonóidicos que inibem o crescimento microbiano (Scalbert 1991, Dorman & Deans 2000). Além disso, seu extrato possui ação antimicrobiana sobre espécies de bactérias e fungos (Marçon 2005).

Nos folíolos de *Cae. echinata* o teor de óleos essenciais é considerado baixo, sendo verificadas concentrações mais elevadas de compostos fenólicos (Rezende *et al.* 2004), mas sem comprovação de ação sobre a microbiota. Possivelmente, os folíolos de *Cae. echinata* apresentem menor concentração de substâncias inibidoras de colonização do que as folhas de *Cam. phaea*, fato que justifica a proximidade entre os números de ocorrências e riquezas de táxons de hifomicetos verificados nos folíolos frescos e da serapilheira. Nas folhas de *Cam. phaea* as diferenças na composição da micota e nas substituições dos táxons de fungos ao longo do experimento foram mais bruscas e podem ser confirmadas através da comparação das riquezas e composições das micotas em cada substrato e em cada coleta.

Assim como verificado por Al-Riyami *et al.* (2009), a riqueza de táxons de hifomicetos obtida para cada um dos substratos e para cada tipo de folha nas duas fases experimentais foi baixa quando comparada a riqueza de hifomicetos aquáticos obtida por estudos realizados em regiões de clima temperado. De acordo com Bärlocher (2007) em regiões de clima temperado hifomicetos aquáticos são dominantes na etapa inicial do processo de decomposição, mas alguns estudos realizados no

continente Sulamericano demonstram grande participação dos organismos zoospóricos no processo (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Schoenlein-Crusius *et al* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a,b, Moreira 2006, Marano *et al.* 2010). O folheto coletado no Parque Municipal Alfredo Volpi apresentou maior número de táxons dominantes na sucessão do que o folheto coletado do Parque Municipal Burle Marx. Apesar disto, alguns táxons foram dominantes no folheto coletado nas duas áreas, como *Endophragmiella* sp. que se mostrou persistente e com intensa produção de conídios durante a decomposição dos quatro tipos substratos, assim como as espécies *Pyramidospora casuarinae* e *Beltrania rhombica*.

De acordo com Hughes (1979) o gênero *Endophragmiella* sp. foi proposto por Sutton e é composto por espécies parasitas e decompositoras de madeira e folhas. No presente estudo, *Endophragmiella* sp. foi isolado no folheto coletado nos dois reservatórios, não sendo registrada em associação aos substratos do tempo zero. Supõe-se, então, que esteja associada à serapilheira dos dois locais de estudo e sendo constantemente carregada para os ambientes aquáticos, associando-se às folhas submersas em decomposição. O mesmo táxon foi registrado por Dias (2008) associado a folhas de *Cam. phaea* submersas no Parque Municipal Alfredo Volpi; posteriormente por Aidar (2010) associado à folheto livre submerso no lago do Parque Municipal Burle Marx e por Schoenlein-Crusius (comunicação pessoal) em associação a substratos vegetais submersos em diferentes regiões da cidade de São Paulo. Apesar de o gênero ser descrito como terrestre, no presente estudo a maior produção de conídios foi verificada nas folhas incubadas em água e não nas câmaras úmidas, por isso foi classificado junto aos hifomicetos facultativos.

Pyramidospora casuarinae também pertencente ao grupo dos hifomicetos aquáticos, foi registrada pela primeira vez em associação com ramos finos e pecíolos de *Casuarina* spp. submersos no Rio Los Chorros, em Caracas, Venezuela (Nilsson 1962), e constitui a espécie-tipo do gênero. Posteriormente foi registrada em associação a folhas submersas na Índia (Sridhar & Kaveriappa 1989, Rajashekhar & Kaveriappa 2003), novamente na Venezuela (Justiniano & Betancourt 1989, Rincón & Santelloco 2009), Porto Rico (Santos-Flores, & Betancourt-López 1997), Itália (Rodino *et al.* 2003) e Polônia (Czeczuga *et al.* 2007). No Brasil, foi registrada pela primeira vez em associação ao folheto submerso em um reservatório urbano eutrofizado (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009) e posteriormente em associação a folheto misto livre e submerso no lago do Parque Municipal Burle Marx (Aidar 2010).

A espécie *Beltrania rhombica* foi registrada e descrita por Penzig (1882) em associação à folhas de *Citrus limonun* Risso na Itália e constitui espécie-tipo do gênero. É cosmopolita e corriqueiramente encontrada em associação à folhas em decomposição na serapilheira, mas pode ser isolada do solo, ar e água (Gusmão & Grandi 1996). Estudos realizados em rios da Índia registraram a espécie em associação com folhas e espumas formadas por acúmulos de matéria orgânica em rios,

riachos e corredeiras (Sridhar & Kaveriappa 1989, Chandrashekar *et al.* 1991, Chan *et al.* 2000, Rajashekhar & Kaveriappa 2003). No Brasil, Wellbaum *et al.* (2007) e Gruppi (2009) registraram a espécie em associação ao folhedo submerso e produzindo conídios nas folhas incubadas em água destilada estéril, assim como verificado no presente estudo, por isso foi considerada um hifomiceto facultativo.

No Parque Municipal Alfredo Volpi foram ainda dominantes na sucessão os táxons *Blodgettia indica*, Fungo não identificado sp. 1, *Pyramidospora* sp., *Rhinocladiella cristaspora* e *Triscelophorus monosporus*. A espécie *B. indica* foi descrita por Subramanian (1954) e, posteriormente, isolada em associação ao folhedo submerso em um lago em Cyabeno, Equador (Matsushima 1993), associada à folhas submersas no Rio Neryia, Índia (Sridhar & Kaveriappa 1989) e em espumas e folhas submersas no Rio Cauvery, Índia (Rajashekhar & Kaveriappa 2003). Aparentemente a espécie foi registrada apenas em estudos realizados em ambientes tropicais e sempre em associação à substratos submersos e espumas, mas apresenta conídios castanhos e, por isso, no presente estudo foi considerada um hifomiceto facultativo.

O táxon *Pyramidospora* sp. no início do estudo foi identificado como *P. constricta*, espécie descrita por Singh (1972), encontrada em associação a folhas submersas no Rio Nicol em Sierra Leone, África. Posteriormente verificou-se proximidade à *P. densa*, descrita por Alasoadura (1968), encontrada em associação as folhas submersas no Rio Isasa, na Nigéria. A dificuldade na identificação deste táxon reside no fato de suas características não estarem de acordo com as descritas para as espécies do gênero. A espécie registrada no presente estudo possui conidióforos aparentemente menores e mais delicados, com conídios terminais. Os conídios são maiores e apresentam mais ramificações laterais do que as espécies *P. constricta* e *P. densa*. O espécime de *Pyramidospora* sp. encontrado no presente estudo continua sendo analisado quanto a sua identificação.

De acordo com as características apresentadas, o táxon Fungo não identificado sp. 1 é um fungo ingoldiano, já que apresenta conidióforos e conídios hialinos, na forma sigmóide; não apresentou formação de conídios em câmara-úmida e a tentativa de isolamento em meios de cultura não foi bem sucedida. As suas características não conferem com as dos gêneros já conhecidos, permanecendo em estudo.

A espécie *Rhinocladiella cristaspora* foi descrita por Matsushima (1971) e é normalmente encontrada associada a folhas em decomposição em ambientes terrestres (Grandi & Gusmão 2002a, Paulus *et al.* 2006, Barbosa *et al.* 2008, Marques *et al.* 2008, Barbosa *et al.* 2009,), mas no presente estudo foi registrada esporulando em câmaras úmidas e nas folhas incubadas em água, sendo assim considerada um hifomiceto facultativo. No Brasil foi verificada pela primeira vez em associação com folhas de *Tibouchina pulchra* Cogn. coletadas em serapilheira na Reserva Biológica de

Paranapiacaba (Grandi & Gusmão 2002a); possui como sinônimo *Ardhachandra cristaspora* e foi registrada em Cuba, Espanha, Índia, Japão, Taiwan, Papua-Nova Guiné, Peru, Tanzânia, Venezuela (Grandi & Gusmão 2002a) e na Austrália (Paulus *et al.* 2006), sempre em ambientes terrestres.

Triscelophorus monosporus é um típico fungo ingoldiano, descrito por Ingold (1943), encontrado em associação a folhas submersas no Rio Loddon, na Inglaterra. De acordo com Ingold (1975) a espécie pode ocorrer abundantemente em regiões tropicais. É cosmopolita e já foi descrita para a maior parte do mundo (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a). Nos estudos brasileiros tem-se mostrado uma das espécies mais comuns, sendo isolada em riachos, rios, cachoeiras e reservatórios urbanos (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990, Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b, Malosso 1999, Moreira 2002, Schoenlein-Crusius 2002, Moreira 2006, Gruppi 2009, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009, Aidar 2010).

No Parque Municipal Burle Marx foram também dominantes na sucessão os táxons *Anguillospora* sp. e *Cladosporium sphaerospermum*. O gênero *Anguillospora* sp. é considerado hifomiceto aquático, foi descrito por Ingold (1942) em associação a folhas submersas em um riacho na Inglaterra. Assim como o gênero *Triscelophorus* sp., é muito comum, tanto em ambientes de clima temperado quanto nos tropicais, e foi registrado na maioria dos estudos realizados no Brasil (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990, Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Pires-Zottarelli *et al.* 1993, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998b, Malosso 1999, Moreira 2002, Schoenlein-Crusius 2002, Gruppi 2009, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009, Aidar 2010).

Cladosporium sphaerospermum esteve presente principalmente no tempo zero, mas nos folíolos de *Cae. echinata* reincidiu em algumas coletas posteriores. O gênero *Cladosporium* foi descrito por Link (1816) e tem como espécie-tipo *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. É comumente isolado do solo e de plantas vivas ou em decomposição. Foi isolado de folheto submerso em estudos brasileiros que utilizaram a técnica de isolamento em meios de cultura e em câmara-úmida (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a, b, Moreira 2002, Moreira 2006, Wellbaum *et al.* 2007, Gruppi 2009). *Cladosporium sphaerospermum* é considerado cosmopolita e foi isolado em estudos realizados em ambientes aquáticos (Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a, Moreira 2006). É também uma espécie comum em ambientes terrestres, habitando plantas vivas, folheto em decomposição e solos, também conhecido como uma das espécies anemófilas mais comuns (Pereira *et al.* 2002, Park *et al.* 2004) e pode ser encontrada em ambientes hipersalinos (Zalar *et al.* 2007).

Anguillospora crassa foi registrada e isolada pela primeira vez por Ingold (1958) em espumas da água de um riacho na Inglaterra. No presente estudo ocorreu exclusivamente nos folíolos de *Cae. echinata* nas duas etapas do experimento. É considerada cosmopolita, comum em estudos sobre decomposição de madeira e de folheto submersos em ambientes temperados,

tropicais e nas regiões mediterrâneas (Casas & Descals 1997, Bärlocher & Graça 2002, Krauss *et al.* 2003, Schoenlein-Crusius & Grandi 2003).

Anguilospora longissima é também considerada cosmopolita (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a), sendo encontrada em associação a folheto submerso na maioria dos estudos realizados em ambientes temperados (Nilsson 1964, Shearer & Webster 1991, Dang 2005) e tropicais (Nilsson 1962, Schoenlein-Crusius & Milanez 1989, Malosso 1999, Chan *et al.* 2000, Schoenlein-Crusius 2002), além de ambientes em altas altitudes (Nilsson 1962, Sati & Arya 2009) e subpolares (Godeas 1985). No presente estudo foi registrada em associação aos folíolos frescos de *Cae. echinata* e às folhas da serapilheira de *Cam. phaea* apenas no Parque Municipal Alfredo Volpi. Aidar (2010) encontrou a espécie em associação a folheto misto submerso coletado no Parque Municipal Burle Marx.

Lunulospora curvula foi registrada e descrita por Ingold (1942) em associação a folhas de *Alnus glutinosa* e *Salix* sp. submersas em riacho na Grã-Bretanha. De acordo com Ingold (1975) raramente é encontrada em locais com baixas temperaturas, mas é considerada cosmopolita, já que foi registrada em diferentes regiões do mundo (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a). No Brasil é frequentemente encontrada em associação a folheto submerso em rios, riachos e reservatórios (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a, Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Malosso 1995, Malosso 1999, Moreira 2002, Schoenlein-Crusius 2002, Gruppi 2009), sendo um dos táxons mais frequentes nos estudos brasileiros (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003). No presente estudo foi registrada apenas em associação com as folhas da serapilheira de *Cam. phaea* coletadas no Parque Alfredo Volpi.

A espécie *Triscelophorus acuminatus* foi descrita por Nawawi (1975), verificada em associação ao folheto submerso no Rio Gombak, na Malásia. De acordo com o autor a diferença entre *T. acuminatus* e *T. monosporus* é muito tênue e baseia-se na forma truncada da célula basal e na presença de septos transversais regulares nos conídios de *T. acuminatus*. Apesar de aparentemente ser mais comum em países tropicais como Porto Rico (Betancourt *et al.* 1987), Índia (Sridhar *et al.* 1992, Sridhar & Sudheep 2010), China (Chan *et al.* 2000), Tailândia (Sakayaroj *et al.* 2005) e Venezuela (Cressa & Smits 2007, Smits *et al.* 2007, Silva & Briedis 2009), foi registrada em países de clima temperado e em altas altitudes como nos Estados Unidos (Matsushima 1981), Nova Zelândia (Aimer & Segedinnew 1985), Canadá (Sridhar & Bärlocher 1993, Bärlocher 2000), Espanha (Descals 1997), Portugal (Bärlocher & Graça 2002, Pascoal *et al.* 2005) e Himalaia (Sati & Arya 2009). No Brasil, o primeiro registro desta espécie foi realizado concomitantemente em cinco estudos iniciados no ano de 2007, juntamente com o presente estudo (Schoenlein-Crusius *et al.* comunicação pessoal, Dias 2008, Gruppi 2009, Aidar 2010).

Varicosporium elodeae foi descrita por Kegel em 1906, isolada diretamente de *Elodea* sp. (Ingold 1975). Posteriormente foi registrada em espumas naturais formadas em ambientes aquáticos, em associação a folhas submersas (Ingold 1975) e em ambientes com águas estagnadas (Nilsson 1964). A primeira citação da espécie para o Brasil foi realizada por Schoenlein-Crusius *et al.* (2009) em associação a folheto em decomposição submerso em diferentes ambientes aquáticos no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, na cidade de São Paulo, SP. Foi também citada para o Canadá (Bärlocher 1987, Sridhar & Bärlocher 1993, Bärlocher 2000, Raviraja *et al.* 2005), Espanha (Descals 1997), Nova Zelândia (Aimer & Segedinnew 1985), Peru (Matsushima 1993), Porto Rico (Betancourt *et al.* 1987) e Portugal (Fernandes *et al.* 2009, Medeiros *et al.* 2010).

Entre os hifomicetos facultativos registrados no presente estudo, alguns foram encontrados em associação a substratos submersos, como, por exemplo, *Camposporium pellucidum* (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990a,b, Schoenlein-Crusius *et al.* 1990, Chandrasekhar *et al.* 1991, Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Pires-Zottarelli *et al.* 1993, Rajashekhar & Kaveriappa 2003) e *Camposporium antennatum* (Rajashekhar & Kaveriappa 2003).

Espécies do gênero *Dictyochaeta* sp. foram isoladas em rios na Argentina (Arambarri *et al.* 1987a,b), associadas à folhas submersas no Rio San Juan em Cuba (Delgado-Rodrigues & Mena-Portales 2004) e à madeira submersa no Lago Dianchi na China (Luo *et al.* 2004). No Brasil, a espécie *Dictyochaeta simplex* foi isolada em folheto de *Cae. echinata* coletado sobre solo em diferentes regiões da cidade de São Paulo e na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu (Grandi & Silva 2006). Também foi registrada em associação a folheto misto coletado sobre o solo da Serra da Jibóia, no município de Santa Terezinha na Bahia (Marques *et al.* 2008) e em associação a folheto disposto sobre o solo na Caatinga (Cruz & Gusmão 2009a,b).

Speiropsis scopiformis, observada no presente estudo esporulando nas folhas incubadas em água e em câmara-úmida, foi inicialmente descrita por Kuthubutheen & Nawawi (1987), que encontrou a espécie em associação a folhas em decomposição submersas em corpos d'água da Reserva da Floresta de Lepar, na Malásia. No Brasil, foi primeiramente isolada por Gusmão (2001) em associação a folhas de *Miconia cabussu* Hoehne na serrapilheira da Mata Atlântica no Estado de São Paulo. No mesmo estado foi isolada de folheto de *Cae. echinata* (Grandi & Silva 2006, Silva & Grandi 2009). Também foi observada no Estado da Bahia por Barbosa & Gusmão (2005) em folhas em decomposição de *Cupania paniculata* Cambess., *Senna rizinii* H.S. Irwin & R.C. Barneby e *Miconia pepericarpa* DC, em folheto misto (Marques *et al.* 2008, Cruz & Gusmão 2009a) e em folhas de *Clusia melchiorii* Gleason e *C. nemorosa* G. Mey (Barbosa *et al.* 2009)

De acordo com Barbosa & Gusmão (2005) o gênero *Speiropsis* sp. foi proposto por Tubaki (1958), com uma única espécie *S. pedatospora* Tubaki registrada em associação a folhas em decomposição no Japão. O gênero *Speiropsis* possui nove espécies (Keshava Prasad & Bhat 2002) e

é considerado aquático por alguns autores (Marvanová & Descals 1987, Santos-Flores *et al.* 1996, Marvanová 1997, Raviraja *et al.* 1998, Delgado-Rodrigues & Mena-Portales 2004).

No Brasil, Malosso (1999) isolou *Speiropsis irregularis* Petersen em associação a folheto submerso do sistema dos Rios Mojolinho-Jacaré em São Carlos, SP. Outras espécies do gênero foram também citadas em estudos realizados em ambientes aquáticos em outros países, como *S. pedatospora* associada à folhas de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxel e *Clusia rosea* Jacq. submersas no Rio Sán Juan em Cuba (Delgado-Rodrigues & Mena-Portales 2004). Na Índia foi verificada em associação a folhas em decomposição em três diferentes rios (Sridhar & Kaveriappa 1989), em folhas submersas em decomposição em nascentes sulfurosas (Chandraskhekar *et al.* 1991) e em associação a folhas e espumas coletadas em diferentes rios (Raviraja *et al.* 1998, Rajashekar & Kaveriappa 2003).

Espécies do gênero *Sporidesmium* são comumente reportados em estudos que objetivam verificar a comunidade fúngica associada a folheto disposto sobre serapilheira e submerso. Em ambientes aquáticos a espécie *Sporidesmium hyalospermum* foi isolada por Shearer & Webster (1991) em associação a ramos de diferentes espécies vegetais submersos na Inglaterra, por Sridhar & Kaveriappa (1989) em associação a folheto submerso em rios da Índia, por Luo *et al.* (2004) em associação a pedaços de madeira submersas no lago Dianchi e por Sakayaroj *et al.* (2005) em espumas em rio na Tailândia. No presente estudo um táxon pertencente a este gênero foi observado nas folhas incubadas em água e em câmara-úmida.

O gênero *Subulispora* é comumente isolado em associação a folhas em decomposição em ambientes terrestres e aquáticos tropicais (Matsushima 1980, 1989, 1993, Paulus *et al.* 2006, Marvanová & Laichmanová 2007). No Brasil, foi reportada em associação a folhas de *A. triplinervia* sobre solo na Reserva da Juréia (Grandi & Atili 1996), em folhas de *Miconia cabussu* Hoehne sobre solo na Mata Atlântica (Gusmão *et al.* 2001), em folhas de *T. pulchra* e outros tipos de folhas sobre solo de diferentes regiões do Estado de São Paulo (Grandi & Gusmão 2002a, b), em associação a folheto misto coletado sobre o solo da Serra da Jibóia, no município de Santa Terezinha na Bahia (Marques *et al.* 2008), em associação à folhas de *Clusia melchiorii* Gleason e *C. nemorosa* G. Mey. sobre solo da Mata Atlântica da Bahia (Barbosa *et al.* 2009). No presente estudo foi observada nas folhas incubadas em água e em câmara-úmida.

De acordo com Marvanová & Laichmanová (2007) o gênero *Subulispora* foi descrito por Tubaki (1971) e *S. procurvata* é a espécie-tipo (Tubaki & Yokoyama 1971), registrada pela primeira vez no Japão, associada a folhas de *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* Nakai em decomposição. Na mesma publicação o autor descreveu *Subulispora rectilineata* Tubaki sp. e posteriormente Sutton (1973) publicou *S. britannica* e *S. hareae* (Sutton 1978). Kirk (1981a) recombinau a espécie *S. hareae* em *Polyscytalum hareae*, em decorrência da presença de

artroconídios em seu desenvolvimento. Diversas publicações mostram a tentativa de reorganizar o gênero. Assim, considera-se a existência de seis espécies dentro do gênero *Subulispora* sp: *S. malaysiana* Nawawi & Kuthubutheen, *S. elegantissima* Kirk, *S. rectilineata* Tubaki, *S. britannica* Sutton, *S. biappendiculata* Marvanová, *S. procurvata* Tubaki e *S. longirostrata* Nawawi & Kuthubutheen (Marvanová & Laichmanová 2007). Alguns autores consideram o gênero *Subulispora* entre os fungos aquáticos (Santo-Flores *et al* 1996, Marvanová & Laichmanová 2007). No presente estudo *S. procurvata* foi observada esporulando tanto nas folhas incubadas em água, como nas folhas incubadas em câmaras-úmida e, por isso foi considerada como um hifomiceto facultativo.

No presente estudo, os táxons considerados terrestres esporularam apenas em câmara-úmida e foram registrados em associação a substratos vegetais submersos por outros autores, como *Beltraniella* sp. (Delgado-Rodrigues & Mena-Portales 2004, Czczuga *et al.* 2007, Smits *et al.* 2007), *Thozetella cf. havanensis* (Delgado-Rodrigues & Mena-Portales 2004), *Wiesneriomyces laurinus* (Stridhar & Kaveriappa 1989, Chandrashekar *et al.* 1991, Rajashekhar & Kaveriappa 2003, Delgado-Rodrigues & Mena-Portales 2004), *Cladosporium cladosporioides* (Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a,b, Moreira 2006, Wellbaum *et al.* 2007), *Paecilomyces variotii* (Schoenlein-Crusius & Milanez 1998a, Moreira 2006) e *Penicillium minioluteum* (Moreira 2006).

O restante dos hifomicetos terrestres isolados no presente estudo, como os táxons *Chaetopsina splendida*, *Gyrotrix circinata*, *Repetophragma filiferum*, *Thozetella cf. cristata*, *Thozetella cf. queenslandica*, *Thozetella cf. canadensis*, *Thozetella* sp. 1, *Thozetella* sp. 2, *Triposporium* sp. e *Vermiculariopsiella imersa*, são comumente isolados de folhas em decomposição em serapilheira (Grandi & Attili 1996, Gusmão & Grandi 1997, Silva & Grandi 2009) e o táxon *Verticillium albo-atrum* é comumente isolado do solo (Domsch *et al.* 1993).

O índice de similaridade de Sørensen (Müller-Dombois & Ellenberg 1974) vem sendo aplicado em estudos que visam comparar a composição das comunidades fúngicas associadas à substratos vegetais coletados em ambientes terrestres e aquáticos, indicando as semelhanças entre as micotas de acordo com a presença e ausência dos táxons (Zak & Willig 2004). Pode ser utilizado para comparar as comunidades decompositoras associadas à diferentes substratos, também associadas a um mesmo substrato decomposto em diferentes áreas ou, também associadas a um mesmo substrato em diferentes estádios temporais (Maia 1983, Schoenlein-Crusius *et al.* 1992, Promputtha *et al.* 2002, Moreira 2002, 2006, Silva 2008, Schoenlein-Crusius *et al.* 2009).

Os valores de similaridade verificados entre as comunidades de hifomicetos associadas às duas espécies de folhas coletadas no Parque Municipal Alfredo Volpi (Tabela 4) e no Parque Municipal Burle Marx (Tabela 12), indicaram uma possível influência do tipo de substrato sobre a

colonização fúngica, já que mesmo submersas no mesmo local apresentaram 60% e 65% de semelhança, respectivamente.

Valores mais elevados foram verificados por Maia (1983), que estudou a sucessão fúngica em folhas de *Licania octandra* Hoffm. ex R. & S., *Licania kunthiana* Hook f. e *Hortia arborea* Engl. em serapilheira da Floresta Tropical Úmida de Pernambuco e verificou diferenças significativas entre as comunidades fúngicas associadas a cada espécie vegetal, com maior valor de similaridade (75%) entre as micotas decompositoras das folhas de *L. octandra* e *L. kunthiana*, seguida pela similaridade entre as micotas encontradas nas folhas de *L. octandra* e *H. arborea* (74%) e *L. kunthiana* e *H. arborea* (70%).

Posteriormente, Schoenlein-Crusius *et al.* (1992) compararam a micota decompositora de folhas de *Quercus robur* L., *Ficus microcarpa* L. f. e *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. submersas em um riacho na Mata Atlântica de Paranapiacaba, verificaram similaridade de 88% entre as micotas decompositoras das folhas de *Q. robur* e *F. microcarpa*, 75% entre as micotas encontradas nas folhas de *A. triplinervia* e *F. microcarpa* e 73% de similaridade entre as micotas verificadas nas folhas de *A. triplinervia* e *Q. robur*. Os dois estudos citados, Maia (1983) e Schoenlein-Crusius *et al.* (1992), obtiveram valores de similaridade mais elevados do que os verificados no presente estudo.

Moreira (2006), em um estudo comparativo sobre sucessão fúngica em folhas de *Tibouchina pulchra* Cogn., submersas em dois lagos com diferentes estados tróficos, obteve valor máximo de 42% de similaridade entre as micotas decompositoras das folhas coletadas nos dois locais e concluiu que as características apresentadas pelo ambiente podem influenciar a composição da micota decompositora. De maneira semelhante, Silva (2009) aplicou o índice de similaridade de Sørensen para comparar a composição das micotas associadas aos folíolos de *Cae. echinata* coletados de serapilheira em duas áreas distintas, uma urbana e uma preservada, e obteve o valor de 53% de similaridade. Marano *et al.* (2010) obtiveram 63% de similaridade entre as micotas associadas às folhas de *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk. e *Ligustrum lucidum* Ait. submersas em um riacho na Argentina.

Embora desenvolvidos em diferentes ecossistemas, aquáticos e terrestres, os estudos realizados por Moreira (2006) e Silva (2007) que compararam as micotas decompositoras de folhas de mesma espécie coletadas em dois locais distintos, verificaram valores menores de similaridade entre as micotas associadas ao folheto do que os estudos realizados por Maia (1983), Schoenlein-Crusius *et al.* (1992) e Marano *et al.* (2010), que objetivaram comparar as micotas associadas à folhas em decomposição pertencentes a diferentes espécies vegetais, dispostas em um mesmo local.

Isto pode indicar uma maior influência do ambiente, ou das características apresentadas por ele, sobre a composição de microrganismos, como verificado por Nikolcheva & Bärlocher (2005),

que através do consorciamento de técnicas tradicionais e moleculares, verificaram maior influência das diferentes estações do ano sobre a comunidade fúngica decompositora de folhas e de madeira submersas em riacho de ambiente temperado.

No Parque Municipal Alfredo Volpi os valores de similaridade obtidos para as micotas associadas aos folíolos e folhas através do tempo podem ser considerados baixos ($< 70\%$), o que pode indicar que os hifomicetos foram substituídos durante a decomposição (Tabelas 10). Os dados apresentados demonstram diferenças nas composições dos fungos associados aos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* a partir da segunda coleta, com maior similaridade ($> 80\%$) verificada na quarta coleta e, indicam que as diferenças químicas e físicas apresentadas pelos substratos durante a decomposição podem influenciar a colonização fúngica.

A igualdade na composição dos táxons, verificada nos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* na primeira coleta, possivelmente ocorreu como resultado das semelhanças estruturais e químicas apresentadas por esses substratos, o que possibilitou esses táxons (tabela 5 e 6) a ocuparem o mesmo nicho, degradando os compostos foliares.

Nos folíolos frescos, a micota pertencente ao tempo zero apresentou apenas 31% de semelhança com a micota pertencente à primeira coleta, demonstrando que após a submersão cerca de 70% da micota foi substituída. Valores altos de similaridade foram registrados entre as micotas pertencentes à quarta e quinta coleta e pode caracterizar diminuição na substituição de táxons. Os folíolos da serapilheira apresentaram valores ainda mais altos de similaridade entre as micotas através do tempo, chegando a 80% entre as micotas da quarta e quinta coletas (Tabela 10).

As folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* apresentaram menor similaridade entre as micotas no início da decomposição, com elevação nos valores a partir da terceira coleta. Nas folhas frescas a similaridade alcançou o valor de 77%, entre as micotas pertencentes a quarta e quinta coleta. Para as mesmas coletas, as micotas associadas às folhas da serapilheira alcançaram o valor de 88% de similaridade (Tabela 10). Possivelmente, a composição química das folhas frescas, as quais possuem elevada concentração de substâncias antimicrobianas (Adati 2001, Marçon 2005), tenham restringido a colonização fúngica no início do experimento e, possivelmente ocorreu de maneira mais branda nas folhas da serapilheira, já que estas se apresentavam em estágio mais avançado de decomposição, e possivelmente menos restritivas à colonização.

Os aumentos nos valores de similaridade entre as micotas associadas aos substratos ao longo do tempo, conforme o avanço do processo de decomposição, também foi verificado por Paulus & Gadek (2006) ao estudarem a sucessão fúngica em folhas de *Ficus pleurocarpa* F. Muell. de serapilheira na floresta tropical da Austrália e por Marano *et al.* (2010) que verificaram alto valor de similaridade entre as micotas associadas as folhas de submersas de *Pouteria salicifolia* nas duas últimas coletas. A hipótese para explicar tais resultados seria a diminuição da qualidade dos

substratos, com relação aos nutrientes disponíveis, que resulta na limitação da colonização das folhas pelos fungos, com diminuição na riqueza, diversidade e substituições de espécies (Frankland 1992).

Possivelmente, no folheto submerso coletado no Parque Municipal Alfredo Volpi, o padrão sucessional ocorreu da seguinte maneira: nos substratos frescos a comunidade pioneira da sucessão ocorreu na primeira e segunda coletas, caracterizada pela substituição de táxons registrados no tempo zero por táxons nativos e imigrantes presentes no lago. A comunidade madura possivelmente foi estabelecida na terceira coleta, na qual se verificou elevação na riqueza de táxons de hifomicetos, seguida de declínio no número de táxons na quarta coleta e estabilização na quinta coleta (Tabelas 5 e 7), com o estabelecimento da comunidade empobrecida, que é caracterizada pela baixa diversidade e riqueza de táxons, como nos registros realizados por Frankland (1992).

Nos substratos da serapilheira verificou-se o estabelecimento da comunidade pioneira no tempo zero e na primeira coleta, já que os folíolos e folhas foram coletados da serapilheira e já se encontravam nos primeiros estádios da decomposição. Na segunda coleta verificaram-se elevações na riqueza de fungos nos dois substratos, característica do estabelecimento da comunidade madura (Frankland 1992). Na terceira coleta foram verificados padrões diferentes nos dois substratos, as folhas de *Cam. phaea* da serapilheira apresentaram brusca queda na riqueza e possivelmente estabelecimento da comunidade empobrecida, enquanto nos folíolos de *Cae. echinata* tal característica foi verificada na quarta coleta (Tabela 6 e 8).

No Parque Municipal Burle Marx a colonização das folhas pelos fungos ocorreu de maneira mais lenta do que no Parque Alfredo Volpi. O número de ocorrências de táxons durante praticamente todo o experimento mostrou-se menor e os valores de similaridade, com exceção das folhas de *Cam. phaea* da serapilheira, não apresentaram o padrão de elevação através do tempo, como verificado na primeira fase do experimento.

As semelhanças entre as micotas associadas aos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* e folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* foram menores do que as verificadas entre os folíolos coletados no Parque Municipal Alfredo Volpi (Tabela 9 e 17). Apesar disso, os valores de similaridade obtidos para as micotas associadas aos folíolos e folhas, através do tempo, foram considerados baixos, o que caracteriza a substituição ou sucessão dos táxons de fungos durante a decomposição (Tabela 18).

Nos folíolos frescos de *Cae. echinata* a micota pertencente ao tempo zero apresentou apenas 40% de semelhança com a micota pertencente à primeira coleta, demonstrando que após um mês de submersão cerca de 60% da micota foi substituída. O maior valor de similaridade (50%) ocorreu entre as micotas pertencentes à primeira e a segunda coletas e o menor (25%) entre a quarta e quinta coletas. Os folíolos da serapilheira apresentaram valores menores de similaridade entre as micotas

do tempo zero e primeira coleta, primeira e segunda e segunda e terceira coletas. O maior valor (60%) foi verificado entre a terceira e quarta coleta.

As folhas frescas de *Cam. phaea* apresentaram valores baixos de similaridade entre as micotas, sendo verificado valor elevado (80%) apenas entre a quarta e quinta coletas. As folhas da serapilheira apresentaram valores menores de similaridade do que as folhas frescas apenas entre a quarta e a quinta coletas (Tabela 18).

Apesar de observar-se substituições de táxons associados aos folíolos e folhas coletados no Parque Municipal Burle Marx, com padrões sucessionais diferenciados, não é possível afirmar o tipo de comunidade (pioneira, madura e empobrecida) presente em cada coleta realizada.

Conclui-se que os folíolos de *Cae. echinata* e as folhas de *Cam. phaea* apresentaram diferenças nítidas na composição das micotas durante a decomposição nas duas áreas de estudo. Apesar de a decomposição depender de uma gama de variáveis, como composição da microbiota de cada local, características abióticas das águas e sazonalidade (Gessner 1991, Gessner 1999, Laitung & Chauvet 2005), o presente estudo demonstra que as características apresentadas pelos substratos influenciaram na determinação da riqueza, composição e consequentemente, sucessão dos hifomicetos durante a decomposição.

5.4. Teores de ergosterol contido nos substratos foliares

Os resultados obtidos para teores de ergosterol nos quatro tipos de substratos (PF, PS, CF, CS) corroboram dados apresentados por estudos realizados no Brasil (Moreira 2006, Gonçalves *et al.* 2006, 2007, Schoenlein-Crusius *et al.* comunicação pessoal).

Em estudo sobre sucessão fúngica em folhas submersas de *Tibouchina pulchra*, foram verificados valores entre 31,567 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 286,39 $\mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol (Moreira 2006). Gonçalves *et al.* (2006), em estudo sobre decomposição de folhas de *Alnus glutinosa* em um rio do Cerrado, obtiveram o valor máximo de 573 $\mu\text{g g}^{-1}$ no 75º dia de submersão das folhas.

Posteriormente, em estudos com folhas de *Protium brasiliense* (Spreng.) Engl. submersas em um riacho localizado no Cerrado, Gonçalves *et al.* (2007) obtiveram o valor máximo de 106 $\mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol. Em estudo sobre a diversidade de hifomicetos aquáticos e a concentração de ergosterol em folheto submerso coletado em diferentes pontos de um mesmo riacho localizado na Mata Atlântica, Schoenlein-Crusius *et al.* (dados não publicados) verificaram valores mínimos de 18,3 $\mu\text{g g}^{-1}$ e máximos de 251,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ de ergosterol.

No Brasil, o primeiro estudo que comparou a ocorrência de hifomicetos aquáticos e os teores de ergosterol em folhas submersas foi realizado por Malosso (1999). Neste estudo, os valores obtidos mostram-se mais elevados do que os verificados em literatura, possivelmente em decorrência da metodologia utilizada para extração do ergosterol.

No presente estudo, os substratos frescos utilizados no tempo zero apresentaram as menores concentrações de ergosterol do experimento, possivelmente como resultado da colonização pouco expressiva da micota autóctone presente nas folhas coletadas diretamente das árvores e pela ação de substâncias inibidoras presentes nas folhas. Resultados semelhantes foram verificados em estudos desenvolvidos em regiões de clima temperado, que obtiveram baixos teores de ergosterol em folhas frescas de diferentes espécies vegetais (Gessner & Chauvet 1994, Gessner 1997, Hieber & Gessner 2002).

Em contrapartida, os substratos da serapilheira pertencentes ao tempo zero apresentaram teores mais elevados de ergosterol, principalmente os folíolos de *Cae. echinata* utilizados na segunda etapa do experimento. Possivelmente isto ocorreu como resultado da intensa colonização realizada pelos fungos responsáveis por iniciar a colonização, já que os substratos da serapilheira foram coletados diretamente da serapilheira e em contato com o solo.

De acordo com os dados de literatura, picos de produção de ergosterol nas folhas devem ocorrer após duas ou quatro semanas de submersão e podem ser seguidos por brusca diminuição (Gessner & Chauvet 1994, Hieber & Gessner 2002, Abelho & Graça 2006,), o que foi verificado nos folíolos frescos de *Cae. echinata* e nas folhas da serapilheira de *Cam. phaea* pertencentes a

primeira etapa do experimento e nas folhas frescas de *Cam. phaea* pertencentes a segunda etapa do experimento (Figuras 8 e 9).

De acordo com Gessner (1997), o rápido aumento nas concentrações de ergosterol sustenta a hipótese sobre a dominância dos fungos na etapa inicial da decomposição e demonstra a ativa ação destes microrganismos durante o processo de degradação.

As diferenças nas concentrações de ergosterol verificadas nos substratos eram esperadas, já que as folhas possuem composições químicas distintas e a colonização das mesmas pelos fungos é dependente da disponibilidade de nutrientes, da possível ocorrência de substâncias inibidoras do crescimento microbiano, das características apresentadas pelo ambiente como presença de poluentes, além do estágio fisiológico dos fungos associados aos substratos (Gessner & Chauvet 1994, Gessner *et al.* 1997), bem como a idade fisiológica dos fungos (Barajas-Aceves *et al.* 2002).

De acordo com Barajas-Aceves *et al.* (2002) a síntese e distribuição do ergosterol nas células fúngicas variam com a fisiologia das diferentes espécies, sendo verificadas baixas concentrações desse metabólito em culturas com idade avançada, altas taxas durante o estágio inicial de desenvolvimento, e ainda picos de produção na fase estacionária (Behalová *et al.* 1994, Silva *et al.* 2010).

Desta forma, alterações na síntese e distribuição do ergosterol nas células fúngicas podem ocorrer por uma simples modificação no meio ou na comunidade microbiana, o que interfere na análise e interpretação de dados, além de dificultar a correlação dos teores de ergosterol obtidos de amostras ambientais com biomassa fúngica associada aos substratos (Behalová *et al.* 1994; Gessner & Chauvet 1993, 1994, Newell 1992).

No estudo realizado por Moreira (2006) foram comparados valores de ergosterol obtidos em dois lagos brasileiros com os registrados em regiões de clima temperado, verificando-se valores menores de ergosterol nas folhas analisadas no Brasil. Os dados sobre a utilização do ergosterol para quantificar a biomassa dos Hyphomycetes aquáticos no Brasil ainda são escassos e esparsos, sendo que ainda não se pode concluir a existência de alguma correlação dos mesmos com a riqueza dos fungos,

Gonçalves *et al.* (2006) compararam a decomposição de folhas de *A. glutinosa*, submersas em um rio no Cerrado brasileiro com as submersas em um rio na região montanhosa de Portugal e, verificaram colonização mais rápida das folhas submersas no ambiente temperado, além de maiores concentrações de ergosterol do que as citadas em estudos brasileiros. Os autores aventaram a hipótese de tais resultados estarem relacionados à espécie de folha utilizada, que é exótica e poderia ter dificultado a colonização fúngica. Assim, iniciaram uma repetição dos experimentos com folhas de *Protium brasiliense* (Spreng.) Engl. (Gonçalves *et al.* 2007). De maneira semelhante, os resultados demonstraram maiores concentrações de ergosterol nas folhas coletadas no ambiente temperado,

com picos de 522 $\mu\text{g g}^{-1}$ no verão e 149 $\mu\text{g g}^{-1}$ no outono, com valor máximo de 106 $\mu\text{g g}^{-1}$ nas folhas coletadas no riacho localizado no Cerrado. Em contrapartida, os autores verificaram valores mais altos de ATP nas folhas de *A. glutinosa* (Gonçalves *et al.* 2006) e nas folhas de *P. brasiliense* (Gonçalves *et al.* 2007) submersas no rio do Cerrado do que as submersas no rio de Portugal.

Hoje o ergosterol é considerado um indicador conveniente da biomassa fúngica viva associada a substratos em decomposição (Gessner *et al.* 2007), embora, no Brasil sua utilização para expressar a biomassa fúngica durante a decomposição de substratos submersos pode ser considerada recente. Estima-se a necessidade do aprimoramento dos procedimentos analíticos e da realização de estudos mais profundos quanto à dinâmica de produção do ergosterol pelos fungos durante a decomposição, utilizando-se a incorporação do ^{14}C acetate ao ergosterol (Newell & Fallon 1991) somado ao consorciamento de técnicas moleculares, que podem auxiliar no reconhecimento da comunidade de organismos zoospóricos, por exemplo, que são importantes na cadeia de detritos.

5.5. Micro e Macronutrientes presentes no folheto

As concentrações de nitrogênio encontradas nos folíolos de *Cae. echinata* e nas folhas de *Cam. phaea*, nas duas etapas do experimento, podem ser consideradas similares às verificadas por De Vuono *et al.* (1989) para folheto de vegetação nativa da Mata Atlântica (20,0-24,0 g kg^{-1}) e mais elevadas do que as encontradas por Barbosa & Coutinho (1987) em folheto misto retirado da Lagoa Carioca em Minas Gerais.

Schoenlein-Crusius *et al.* (1999) em estudo comparativo sobre a interação da concentração de minerais e ocorrência de fungos durante o processo de decomposição de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Muell. Arg., *Quercus robur* L. e *Ficus microcarpa* L.f. encontraram teores mais baixos de nitrogênio nas folhas de *A. triplinervia* e *F. microcarpa* L.f. do que nas folhas de *Quercus robur* L., sendo os valores encontrados nesta última espécie um pouco mais elevados do que os teores encontrados nas folhas de *Cae. echinata* e *Cam. phaea*.

As elevações nos teores de nitrogênio durante a decomposição de folhas podem estar relacionadas ao aumento da atividade microbiana que imobilizam nitrogênio, aumentando a biomassa de microrganismos que se acumulam nos detritos (Gessner 1991, Bärlocher 1992, Gessner & Chauvet 1994, Osono & Takeda 2001).

O nitrogênio tem grande importância para os organismos em geral, participa da composição de proteínas, ácidos nucleicos, formação de alcalóides, vitaminas, coenzimas e pigmentos, além de controlar a absorção de potássio e fósforo (Malavolta 1980, Moore-Landecker 1996). Nos fungos está envolvido na formação de proteínas, ácidos nucleicos, quitina, fosfolípidios, vitaminas e outros metabólitos (Moore-Landecker 1996). A assimilação de nitrogênio pelos fungos é dependente do

metabolismo individual de cada espécie, podendo ser realizada durante o crescimento, na forma orgânica ou inorgânica (Cochrane 1958, Moore-Landecker 1996).

As diminuições dos teores de fósforo verificadas nos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* e nas folhas da serapilheira de *Cam. phaea* entre o tempo zero e a primeira coleta, nas duas etapas dos experimentos, podem ser decorrentes da lixiviação (Barbosa & Coutinho 1987). De acordo com Nykvist (1963) *apud* Gessner (1991), componentes de alta mobilidade como potássio, fósforo, açúcares reduzidos, substâncias fenólicas e carbono orgânico solúvel são informativos de lixiviação.

Diminuições dos teores de fósforo também foram verificadas por Schoenlein-Crusius *et al.* (1999) durante a decomposição de *A. triplinervia*, *Q. robur* e *F. microcarpa* submersas em riachos da Mata Atlântica. De maneira contrária Barbosa & Coutinho (1987) verificaram diminuição constante nos teores de fósforo em folheto misto, durante os primeiros 60 dias de incubação, seguido de elevação dos teores.

Nas duas etapas do experimento apenas os folíolos frescos de *Cae. echinata* pertencentes à primeira etapa apresentaram acúmulo maior de fósforo durante a decomposição, sendo verificada queda seguida de estabilidade nos outros substratos. Vale ressaltar que os fungos podem assimilar nutrientes diretamente do ambiente circundante (Osono & Takeda 2001) e da coluna d'água (Gessner & Chauvet 1994).

Segundo Suberkropp & Jone (1991) o aumento nas concentrações de fósforo pode ser decorrente da decomposição de compostos orgânicos e da imobilizado na biomassa fúngica, que causam elevação nos teores, como ocorre com o nitrogênio (Osono & Takeda 2001). Gessner (1991) em estudo comparativo sobre a decomposição de folhas previamente secas e frescas, verificou diferença na perda de fósforo entre os dois tipos de folhas apenas nos primeiros três dias de experimento com posteriores perdas nas folhas da serapilheira, como resultado da lixiviação e elevações nas folhas frescas.

O teor de fósforo e a forma como é alterado durante a decomposição depende das características das folhas da espécie vegetal (Hodkinson 1975) e das características do ambiente onde a decomposição ocorre. Por exemplo, condições ácidas podem favorecer a precipitação e imobilização deste elemento no substrato (Day 1982). A qualidade da água da chuva que ocorre no local pode atuar sobre a incorporação de maior ou menor quantidade de fósforo no ambiente (Meguro *et al.* 1979).

As concentrações de fósforo verificadas nas folhas antes da submersão e durante a decomposição corroboram dados apresentados por outros trabalhos (De Vouno *et al.* 1989, Schoenlein-Crusius 1993, Schoenlein-Crusius *et al.* 1999, Ziegler 2004).

O fósforo possui grande importância para os seres vivos, sendo responsável pelo armazenamento e transferência de energia (ATP), participando da composição de ésteres de carboidratos, nucleotídeos, ácidos nucleicos, coenzimas, fosfolípidios e algumas vitaminas (Malavolta 1980, Moore-Landecker 1996), sendo que sua deficiência pode gerar distúrbios metabólicos para os fungos (Cochrane 1958).

Os folíolos e folhas utilizadas para o tempo zero na segunda etapa do experimento apresentaram valores de potássio mais elevados do que os folíolos e folhas utilizados na primeira etapa do experimento. Em todos os substratos em ambas as etapas, os valores caíram bruscamente após o primeiro mês de submersão e mantiveram-se constantes até a última coleta.

Gessner (1991) verificou diminuição de 85% no teor de potássio em apenas um dia de submersão nas folhas previamente secas, em contraste às folhas frescas, que mantiveram altos teores de potássio na primeira semana de incubação e apresentaram declínio proeminente nas três semanas seguintes. De maneira semelhante, o mesmo autor, verificou acréscimo de potássio nas folhas da serapilheira após três semanas de submersão e relacionou tal evento ao acréscimo desse elemento pela água circundante.

Flutuações semelhantes foram verificadas por Schoenlein-Crusius *et al.* (1999) durante a decomposição de *A. triplinervia*, *Q. robur* e *F. microcarpa* submersas em riachos da mata atlântica, embora os teores para os três tipos de folhas tenham sido mais elevados do que os encontrados para as folhas de *Cae. echinata* e de *Cam. phaea*. De acordo com Meguro *et al.* (1979), o potássio constitui elemento de rápida lixiviação em substratos em decomposição no ambiente terrestre, fato também verificado por De Vuono *et al.* (1889) e ocorre de maneira semelhante no ambiente aquático (Gessner 1991). Para os fungos o potássio possui importância no metabolismo dos carboidratos, assim sua falta causa deficiência na utilização de açúcares (Cochrane 1958).

As concentrações de enxofre diminuíram no início da decomposição em todos os substratos nas duas etapas dos experimentos, mas foram mais pronunciadas nos substratos submersos no Parque Alfredo Volpi. Posteriormente, os substratos, com exceção das folhas frescas de *Cam. phaea* pertencentes à segunda etapa do experimento, apresentaram acúmulos progressivos.

Os valores encontrados para os substratos no presente estudo mostraram-se elevados quando comparados aos valores apresentados por Schoenlein-Crusius *et al.* (1999) para as folhas de *A. triplinervia*, *Q. robur* e *F. microcarpa* submersas em riachos da Mata Atlântica. Segundo a autora, o comportamento deste elemento mudou de acordo com o tipo de substrato, sendo que as folhas de *A. triplinervia* mostraram pouca variação durante a decomposição, enquanto as folhas de *F. microcarpa* e especialmente *Q. robur* demonstraram tendência à elevação.

Os fungos utilizam o enxofre durante o crescimento e desenvolvimento, já que este elemento participa da composição de aminoácidos, vitaminas, antibióticos, entre outros compostos (Cochrane 1958, Moore-Landecker 1996).

Diferentemente do que é conhecido e citado, os teores de cálcio apresentaram flutuações e acúmulos nas folhas da serapilheira de *Cam. phaea*. No trabalho realizado por Schoenlein-Crusius *et al.* (1999) as folhas de *A. triplinervia*, *Q. robur* e *F. microcarpa* submersas apresentaram perda de cálcio devido a lixiviação. Este resultado também foi verificado por Meguro *et al.* (1980) na mata mesófila, em folhas de *Acer saccharum* (Moore 1984) e De Vuono *et al.* (1989) em serapilheira na região de Paranapiacaba. No presente estudo apenas os folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira apresentaram diminuição de cálcio, mais acentuada na primeira coleta realizada no Parque Municipal Alfredo Volpi, com posterior elevação.

A imobilização do cálcio é conhecida por ocorrer no início da decomposição com liberação lenta durante o restante do processo (Burgess 1958). O excesso de cálcio verificado no presente estudo pode estar relacionado ao acúmulo deste elemento pelos fungos (Turnau & Kottke 2005). Outra hipótese seria a etapa em se encontrava a decomposição dos substratos, já que ao final do experimento ainda havia material a ser decomposto e na fase intermediária da decomposição pode haver retenção deste elemento (Burgess 1958, Bockheim & Leide 1991).

Os teores de magnésio, assim como os teores de potássio, apresentaram queda brusca nos folíolos e folhas nas duas etapas do experimento, com posteriores flutuações. No trabalho realizado por Schoenlein-Crusius (1993) com folhas de *A. triplinervia*, os teores de magnésio mostraram tendência a decrescer na primeira etapa do experimento, tanto no ambiente terrestre quanto no aquático e, tendência ao aumento na segunda etapa do experimento. De acordo com a autora, possivelmente tal diferença decorreu por conta das alterações climáticas e das características do substrato. Flutuações nos teores de magnésio foram verificadas por De Vuono (1989) na mata atlântica afetada por poluição atmosférica. Assim como o cálcio, o magnésio pode ser acumulado nas hifas dos fungos, sendo liberado após decomposição das mesmas (Burgess 1958).

Os teores de cobre apresentaram acúmulos em todos os substratos nas duas etapas do experimento, mas foi bem mais pronunciado nos folíolos e folhas coletados no Parque Municipal Burle Marx, chegando a aumentar até três vezes sua concentração inicial nas folhas frescas de *Cam. phaea*. Possivelmente este acúmulo esteja relacionado à qualidade de água do lago do Parque Municipal Burle Marx.

Em estudo realizado por Ziegler (2004) com folhas de espécies arbóreas nativas do Cerrado, foram obtidos teores entre 4,8 mg kg⁻¹ e 13 mg kg⁻¹, sendo parte destes, menores do que os teores verificados no presente estudo. Diniz (1987) em mata mesófila semidecídua encontrou teores

médios (17 mg kg^{-1}) semelhantes aos para os substratos coletados no Parque Municipal Alfredo Volpi encontrados no presente estudo.

No experimento desenvolvido no Parque Municipal Burle Marx os valores de riqueza e ocorrência de hifomicetos foram menores, e houve aparecimento tardio dos táxons nas folhas incubadas tanto em água quanto em câmara-úmidas. Muitos metais são essenciais para o crescimento e metabolismo dos fungos, entre eles o cobre, mas em excesso torna-se tóxico, podendo causar inibição na produção de enzimas (Fomina *et al.* 2005). É possível que o atraso na colonização das folhas, bem como a menor riqueza de táxons registrada nos diferentes substratos neste local esteja relacionado ao acúmulo de cobre no ambiente, podendo a fonte de contaminação ser hídrica ou terrestre.

Nas duas etapas do experimento, os teores de ferro mostraram-se semelhantes nos substratos através do tempo, alcançando maiores valores nas últimas coletas. Foram verificados valores mais elevados nas folhas da serapilheira do que nas folhas frescas, assim como verificado por Ziegler (2004). A autora verificou médias de teores de ferro menores do que as obtidas no presente estudo; em torno de 1200 mg kg^{-1} em folhas de *Qualea grandiflora* Mart., 1909 mg kg^{-1} em folhas de *Miconia albicans* (SW.) Triana e 1658 mg kg^{-1} em folhas de *Xylopiia aromatica* (Lam.) M.C. Dias.

Em estudo realizado por Medeiros *et al.* (2010) os autores verificaram teores mais elevados de ferro (22291 mg kg^{-1} - 38458 mg kg^{-1}) em folhas de *Alnus glutinosa* Gaertn. submersas em dois rios, sendo um contaminado por metais.

Para diferentes tipos de vegetais o ferro faz parte da composição de enzimas e transportadores de elétrons, com participação em síntese de proteínas e da clorofila (Malavolta 1980). Para os fungos há necessidade de pequenas concentrações para o metabolismo, sendo essa necessidade elevada para a produção de alguns antibióticos (Cochrane 1958). Entretanto, elevadas concentrações podem afetar a esporulação dos hifomicetos aquáticos (Medeiros *et al.* 2010).

Assim como verificado para o ferro, os teores de manganês nas folhas apresentaram-se elevados, quando comparados ao estudo realizado por Ziegler (2004). Quando comparados aos teores obtidos por Medeiros *et al.* (2010), verifica-se semelhança com os teores das folhas submersas no rio não contaminado por metais e teores mais altos nas folhas coletadas no ambiente poluído por metais.

Teores mais elevados de manganês também foram verificados por Wellbaum *et al.* (2007) (628 mg kg^{-1}) em folhas coletadas às margens da represa do Gurarapiranga. No presente estudo os substratos frescos apresentaram menores do que os da serapilheira, nos quais registrou-se acúmulo desse elemento.

Assim como o ferro e o cobre, para as plantas o manganês tem como função a ativação de enzimas, além da participação no metabolismo de ácidos orgânicos e na fotossíntese (Malavolta

1980). Nos fungos também possui função na ativação de enzimas, como por exemplo, as ligadas ao ácido cítrico. Seu requerimento ocorre em pequenas quantidades e sua deficiência pode acarretar problemas fisiológicos, como diminuição na taxa de esporulação (Cochrane 1958).

Os teores de zinco verificados nas folhas de *Cae. echinara* e de *Cam. phaea* apresentaram-se mais elevados do que os verificados nos estudos realizados por Wellbaum *et al.* (2007) e Ziegler (2004), mas foram menores do que os verificados por Medeiros *et al.* (2010). Em mata mesófila secundária, Diniz (1987) registrou valores semelhantes aos obtidos no presente estudo, com média geral de 59,5 ppm de zinco em folheto misto.

Tanto nas plantas como para os fungos, altas concentrações de zinco podem ser tóxicas (Cochrane 1958, Malavolta 1980). De acordo com Malavolta (1980) o zinco é essencial para a síntese do triptofano e participa da composição de diversas enzimas nas células vegetais. Para os fungos é essencial para o crescimento, sendo responsável pela ativação e síntese de enzimas (Cochrane 1958).

De acordo com Medeiros *et al.* (2010) teores elevados de ferro, manganês e zinco na água afetam a riqueza e esporulação de hifomicetos aquáticos, podendo causar mudanças na estrutura da comunidade.

As análises de macro e micronutrientes das folhas, realizadas nas duas etapas do experimento, demonstraram pequenas diferenças na maioria dos elementos, não expressando condições limitantes para o desenvolvimento dos fungos. O elevado acúmulo de cobre verificado nos substratos na segunda etapa do experimento pode ter causado limitação do desenvolvimento dos fungos e deve ser investigado quanto a fonte de contaminação e aos danos que possa causar à biota que reside no lago localizado no Parque Municipal Burle Marx.

6. Conclusões

- Do total de 43 táxons de hifomicetos obtidos no presente estudo, *Triscelophorus acuminatus* e *Blodgettia indica* são novas citações para o Brasil. *Pyramidospora* sp. representa uma provável espécie nova para a Ciência, demonstrando a potencialidade que os ambientes aquáticos dos parques municipais oferecem para novas descobertas, contribuindo para a ampliação do conhecimento sobre distribuição geográfica, sistemática e ecologia de fungos.
- Os resultados obtidos, nas duas áreas de estudo, demonstram maior riqueza de hifomicetos de origem terrestre associados aos substratos.
- Nas duas áreas de estudo foram verificadas diferenças nítidas na composição das micotas durante a decomposição dos folíolos de *Cae. echinata* e as folhas de *Cam. phaea* nas duas áreas de estudo. Apesar de a decomposição depender de uma gama de variáveis, como composição da microbiota de cada local, características abióticas das águas e sazonalidade, o presente estudo demonstra que as características apresentadas pelos substratos influenciaram na determinação da riqueza, composição e conseqüentemente, sucessão dos hifomicetos durante a decomposição.
- O tipo de substrato, fresco ou da serapilheira, mostrou maior influência sobre a colonização fúngica nas folhas de *Cam. phaea* nas duas etapas do experimento. Portanto a sucessão de hifomicetos nos ambientes aquáticos urbanos pode ser influenciada pela espécie vegetal, estágio inicial de decomposição dos substratos vegetais e pelas características intrínsecas do ambiente estudado.
- Os substratos frescos utilizados no tempo zero apresentaram as menores concentrações de ergosterol de todo o experimento. Os substratos da serapilheira pertencentes ao tempo zero apresentaram teores mais elevados de ergosterol, principalmente os folíolos de *Cae. echinata* utilizados na segunda etapa do experimento. O que demonstra uma maior colonização fúngicas nas folhas da serapilheira.
- Apesar de se tratarem de áreas urbanas, isto é, sujeitas à intensa influência antrópica, a ocorrência, riqueza e sucessão de táxons de hifomicetos associados à folhas submersas em decomposição, mostrou-se semelhante com a de áreas consideradas preservadas, indicando a importância de se manter, recuperar e preservar os parques públicos não somente como áreas de lazer, mas também como reservatórios da biodiversidade microbiana, que ainda precisa ser conhecida.

7. Resumo

Os hifomicetes, também conhecidos como Hyphomycetes ou hifomicetos aquáticos, fungos tetrarradiados ou fungos ingoldianos; são fungos conidiais considerados tipicamente aquáticos, pois dependem da água para se reproduzirem. As formas hidrodinâmicas dos conídios proporcionam leveza e agilidade na dispersão, principalmente nas águas lólicas, moderadamente turbulentas, preferencialmente frias e bem oxigenadas, favorecendo a atuação destes fungos na decomposição de substratos foliares submersos. No presente estudo foram avaliadas a composição de espécies, riqueza e ocorrência dos hifomicetos associados à folhas frescas, em comparação às da serrapilheira das espécies vegetais *Caesalpinia echinata* Lam. e de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum. submersas em lagos situados no Parque Municipal Alfredo Volpi (abril a setembro de 2008) e no Parque Municipal Burle Marx (de abril a setembro 2009) na cidade de São Paulo. Foliolos e folhas coletados da serrapilheira e frescos coletados diretamente de cada espécie arbórea, foram acondicionados separadamente em quatro caixas plásticas vazadas, que foram submersas (abril/2008 e abril/2009) nos lagos. Mensalmente, durante cinco meses, alíquotas de cada tipo de folheto foram coletadas e lavadas vigorosamente em água corrente. Parte das alíquotas de cada tipo de substrato foi submetida à técnica de lavagens sucessivas, com posterior incubação em placas de Petri com água destilada esterilizada e em câmaras-úmidas. Outra parte foi utilizada para análise de ergosterol, realizada através da saponificação alcoólica dos fragmentos foliares, com posterior fracionamento em N-Hexano e leitura em HPLC. A fração remanescente dos substratos foi seca a 60 °C, moída e analisada quanto aos teores de alguns macro e micronutrientes. No total foram obtidos 43 táxons de hifomicetos, divididos em 12 fungos ingoldianos, 11 facultativos e 20 terrestres. O folheto submerso no Parque Municipal Alfredo Volpi apresentou maior riqueza de hifomicetos, com 33 táxons divididos em 11 ingoldianos, 14 terrestres e oito facultativos, com maiores ocorrências dos táxons *Blodgettia indica* Subram., Fungo não identificado sp.1, *Endophragmiella* sp., *Pyramidospora* sp. nov., *Rhinocladiella cristaspora* Matsushima, *Triscelophorus monosporus* Ingold, *Pyramidospora casuarinae* Nilsson e *Beltrania rhombica* Penzig. No Parque Burle Marx foram registrados 29 táxons, sendo seis ingoldianos, oito facultativos e 15 terrestres, com maiores ocorrências dos táxons *Endophragmiella* sp., *Anguillospora* sp, *Beltrania rhombica* Penz., *Cladosporium sphaerospermum* Penz. e *Pyramidospora casuarinae* Nilsson. *Triscelophorus acuminatus* Nawawi e *Blodgettia indica* Subram. foram registrados pela primeira vez para o Brasil. O táxon *Pyramidospora* sp. representam uma possível espécie nova para a Ciência. A similaridade entre as micotas no Parque Alfredo Volpi e no Parque Burle Marx correspondeu a 55%. Quando comparadas as duas espécies de folhas em cada área verificou-se 60% de similaridade entre as micotas registradas no Parque Alfredo Volpi e 65% no Parque Burle Marx. Durante a primeira etapa do experimento a similaridade geral entre as

micotas registradas nos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* foi de 77% e nas folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea* foi de 72%. Na segunda etapa do experimento os valores de similaridade foram menores e corresponderam a 59% entre os folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* e a 33% entre as folhas frescas e da serapilheira de *Cam. phaea*. Na comparação entre as coletas, com exceção aos folíolos da serapilheira de *Cae. echinata* pertencentes a primeira etapa do experimento, em todos os substratos coletados nos dois parques verifica-se valores elevados de similaridade (> 70%) apenas entre as micotas pertencentes a quarta e a quinta coleta, o que caracteriza substituição de táxons através do tempo. A sucessão fúngica mostrou-se diferente em cada um dos substratos submersos nos dois reservatórios, sendo possível distinguir as comunidades pioneira, madura e empobrecida apenas na primeira etapa do experimento. As concentrações de ergosterol mostraram-se compatíveis aos dados de estudos anteriores realizados no Brasil. No Parque Alfredo Volpi o magnésio e o manganês mostram-se mais elevados, enquanto no Parque Burle Marx o cobre apresentou teores maiores em todos os substratos e o cálcio apresentou teores maiores nos folíolos e folhas da serapilheira. Concluiu-se que a riqueza de táxons dos hifomicetos associados à substratos foliares submersos em ambiente aquático urbano apresentou-se compatível com a obtida em áreas preservadas. Embora os parques estudados possuem características de vegetação, corpos d' água e localização semelhantes, as micotas obtidas em cada área apresentaram composições diferentes. Também as micotas diferiram de acordo com o tipo de substrato, com maior preferência dos fungos pelos folíolos frescos e da serapilheira de *Cae. echinata* e pelas folhas da serapilheira de *Cam. phaea* submersas no Parque Municipal Alfredo Volpi e pelas folhas da serapilheira de *Cam. phaea* submersas no Parque Municipal Burle Marx. O tipo de substrato, fresco ou da serapilheira, mostrou maior influência sobre a colonização fúngica nas folhas de *Cam. phaea* nas duas etapas do experimento. Portanto a sucessão de hifomicetos nos ambientes aquáticos urbanos pode ser influenciada pela espécie vegetal, estágio inicial de decomposição do substratos vegetais e pelas características intrínsecas do ambiente estudado.

Palavras chave: Ergosterol, folhas submersas, fungos anamorfos, hifomicetos aquáticos, reservatórios urbanos.

8. Abstract

Hyphomycetes, also known as aquatic Hyphomycetes, tetrarradiate fungi or ingoldean fungi; are conidial fungi which are considered typical to be aquatic when their reproduction is water-dependent. The hydrodynamic shape of the conidia, that can be star-like, sigmoid or spherical, provide lightness and agility for dispersion, mainly in lotic and fairly turbulent, preferentially cold and well-aired waters, highlighting the role of the ingoldean fungi as one of the most relevant decomposers of submerged leaves. The present study evaluated the species composition, richness and occurrence of Hyphomycetes associated to fresh leaves, as compared to dead leaves of *Caesalpinia echinata* Lam. and *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum submerged in lakes in the “Parque Municipal Alfredo Volpi” (from April to September of 2008) and in the “Parque Municipal Burle Marx” (from April to September of 2009) in the São Paulo city. Dead leaves, collected from the leaf litter, and fresh leaves, collected directly from of each tree species, were disposed separately in four plastic permeable boxes that were submerged in the lakes in April of 2008 and April of 2009 in the lakes. Monthly, during five months, aliquots of the leaves were sampled and washed vigorously in flowing water. Part of these aliquots of each type of substrate was processed by sequential washing, followed by the incubation in Petri dishes containing sterile distilled water and also in moist chambers. Another part of the sampled leaves was used to analyze the ergosterol content by the alcoholic saponification of leaf fragments, followed by fractioning in N-Hexane and analysis in high performance liquid chromatographer (HPLC). The remaining part of the leaves was dried at 60°C, grounded and analyzed for macro and micronutrient contents. A total of 43 taxa of Hyphomycetes were obtained: 12 ingoldean fungi, 11 facultative fungi and 20 terrestrial fungi. The leaf litter submerged in the “Parque Municipal Alfredo Volpi” presented higher richness of Hyphomycetes, with 33 taxa: 11 ingoldean fungi, 12 terrestrial fungi and eight facultative fungi, with higher occurrences of *Blodgettia indica* Subram., Non-identified fungus sp.1, *Endophragmiella* sp., *Pyramidospora* sp. nov., *Rhinocladiella cristaspora* Matsushima, *Triscelophorus monosporus* Ingold, *Pyramidospora casuarinae* Nilsson e *Beltrania rhombica* Penzig. In the “Parque Municipal Burle Marx” 29 fungal taxa were registered, being six ingoldean fungi, eight facultative fungi and 15 terrestrial fungi, with higher occurrences of *Endophragmiella* sp., *Anguillospora* sp, *Beltrania rhombica* Penz., *Cladosporium sphaerospermum* Penz. e *Pyramidospora casuarinae* Nilsson. The taxa *Triscelophorus acuminatus* Nawawi and *Blodgettia indica* Subram. are reported for the first time in Brazil. The taxon *Pyramidospora* sp. represent a new specie. The similarity between the micota in the “Parque Alfredo Volpi” and the “Parque Burle Marx” was 55%. When the two leaf species were compared in each park, the similarity between the micota were to 60% in the “Parque Alfredo Volpi” and 65% in the “Parque Burle Marx”. The similarity between the micota of fresh and dead leaves of *Cae. echinata* during the first period of

the experiment was 77% whereas between the micota in the fresh and dead leaves of *Cam. phaea* was 72%. During the second period of the experiment the values of similarity were lower: 59% between the fresh and dead leaves of *Cae. echinata*, and 33% between the fresh and dead leaves of *Cam. phaea*. High values of the similarity (> 70%) were verified only between the micota from the forth and fifth collection, in all substrates, during the two periods of the experiment. Different patterns in the fungal succession were found in each of the substrates in the two reservoirs, being able to distinguish a pioneer, mature and impoverished community only in the first period of the experiment. The ergosterol contents were according with previous made studies in Brazil, with mean values ranging from 7,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ to 615,72 $\mu\text{g g}^{-1}$ in the two periods of the study. In the “Parque Alfredo Volpi” the magnesium and manganese contents were high, while in the “Parque Burle Marx” the copper content presented higher values in all of the substrates while calcium presented higher values in dead leaves. The richness of Hyphomycetes associated to submerged leaves in urban reservoirs was according with richness the usually found in preserved areas. Although the studied parks have a similar vegetation, type of water bodies and location, the species composition on each area was different. Also, the mycota differed to the type of substrate, with a greater occurrence of fungi in fresh and dead leaves of *Cae. echinata*, and *Cam. phaea* in the “Parque Municipal Alfredo Volpi”, and for dead leaves of *Cam. phaea* in the “Parque Municipal Burle Marx”. The type of substrate, fresh or dead, showed higher influence on the fungal colonization of *Cam. phaea* leaves during the two periods of the experiment. Therefore, the fungal succession of Hyphomycetes in urban reservoir appeared to be influenced by the type of plant species, the type of substrate (fresh or dead leaves), the state of decomposition of the substrates and by intrinsic characteristics of the aquatic environment studied.

Keywords: Anamorphic fungi, aquatic hyphomycetes, ergosterol, submerged leaves, urban reservoirs.

9. Referências

- Abelho, M. & Graça, M.A.S.** 2006. Effects of nutrient enrichment on decomposition and fungal colonization of sweet chestnut leaves in an Iberian stream (Central Portugal). *Hydrobiologia* 560: 239-247.
- Adati, R.T.** 2001. Estudo biofarmacognóstico de *Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum. Myrtaceae. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Aidar, C.P.** 2010. Diversidade de Hyphomycetes aquáticos associados à folhedo misto em decomposição submersos em um lago localizado no Parque Municipal Burle Marx em São Paulo, SP. Monografia de Bacharelado, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- Alasoadura, S.O.** 1968. Some aquatic Hyphomycetes from Nigeria. *Transaction of the British Mycological Society* 51: 535-540.
- Al-Riyami, Victor, R., Seena, S., Elshafie, A.E. & Bärlocher, F.** 2009. Leaf Decomposition in a mountain stream in the sultanate of Oman. *International Review of Hydrobiology* 94: 16-28.
- Alexopoulos, C.J.; Mims, C.W. & Blackwell, M.** 1996. *Introductory Mycology*. 4th ed. John Wiley & Sons, New York.
- Aimer, R.D. & Segedinnew, B.P.** 1985. Some aquatic hyphomycetes from New Zealand streams. *New Zealand Journal of Botany* 23: 273-299.
- Arambarri, A.M., Cabello, M.N. & Mengascini, A.** 1987a. E estudio sistemático de los Hyphomycetes del Río Santiago (prov. Buenos Aires, Argentina). *Darwiniana* 28: 293-301.
- Arambarri, AM., Cabello, M.N. & Mengascini, A.** 1987b. A new Hyphomycetes from Santiago River II (Buenos Aires Province, Argentina). *Mycotaxon* 29: 29-35.
- Baldy, V., Gessner, M. O. & Chauvet, E.** 1995. Bacteria, fungi and the breakdown of leaf litter in a large river. *Oikos* 74:93-102.
- Baldy V., Chauvet E., Charcosset J.Y., Gessner M.O.** 2002. Microbial dynamics associated with leaves decomposing in the mainstem and floodplain pond of a large river. *Aquatic Microbial Ecology* 28:25-36.
- Barajas-Aceves, M., Hassan, M., Tinoco, R., Vazquez-Duhalt, R.** 2002. Effect of pollutants on the ergosterol content as indicator of fungal biomass. *Journal of Microbiological Methods* 50: 227-236.
- Barbosa, F.A.R. & Coutinho, M.E.** 1987. Taxa de decomposição do material alóctone “litter” na Lagoa Carioca, Parque Florestal do Rio Doce, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biologia* 47: 37-45.
- Barbosa, F.R. & Gusmão, L.F.P.** 2005. Two *Speiropsis* species (Anamorphic Fungi – Hyphomycetes) from Bahia State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 515-518.

- Barbosa F.R., Gusmão, L.F.P. & Barbosa, F.F.** 2008. Fungos anamórficos (Hyphomycetes) no Semi-árido do Estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22: 29-36.
- Barbosa, F.R., Maia, L.C. & Gusmão, L.F.P.** 2009. Fungos conidiais associados ao folheto de *Clusia melchiorii* Gleason e *C. nemorosa* G. Mey. (Clusiaceae) em fragmento de Mata Atlântica, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 79-84.
- Bärlocher, F.** 1987. Aquatic hyphomycete spora in 10 streams of New Brunswick and Nova Scotia. *Canadian Journal of Botany* 65: 76-79.
- Bärlocher, F.** 1991. Fungal colonization of fresh and dried leaves in the River Teign (Devon, England). *Nova Hedwigia* 52: 349-357.
- Bärlocher, F.** 1992a. Research on aquatic Hyphomycetes: historical background and overview. *In:* F. Bärlocher, (ed.). *The ecology of aquatic Hyphomycetes*. Springer Verlag, Berlin, pp. 1-15.
- Bärlocher, F.** 1992b. Recent developments in stream ecology and their relevance to aquatic mycology. *In:* F. Bärlocher, (ed.). *The ecology of aquatic Hyphomycetes*. Springer Verlag, Berlin, pp. 16-32.
- Bärlocher, F.** 2000. Water-borne conidia of aquatic Hyphomycetes: seasonal and yearly patterns in Catamaran Brook, New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Botany* 78: 157-167.
- Bärlocher, F.** 2005. Freshwater fungal communities. *In:* J. Dighton, P. Oudemans & J. White (eds.). *The fungal community*. 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 39-59.
- Bärlocher, F.** 2007. Molecular approaches applied to aquatic hyphomycetes. *Fungal Biology Reviews* 1: 19-24.
- Bärlocher, F.** 2009. Reproduction and dispersal in aquatic hyphomycetes. *Mycoscience* 50: 3-8.
- Bärlocher, F. & Kendrick, B.** 1973. Fungi in the diet of *Grammarus pseudolimnaeus*. *Oikos* 24: 295-300.
- Bärlocher, F. & Kendrick, B.** 1974. Dynamics of the fungal population on leaves in a stream. *Journal of Ecology* 62: 761-791.
- Bärlocher, F. & Graça, M.S.** 2002. Exotic riparian vegetation lowers fungal diversity but not leaf decomposition in Portuguese streams. *Freshwater Biology* 47: 1123-1135.
- Barnett, H. L. & Hunter, B. B.** 1999. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 4th ed. APS, Minnesota.
- Barron, G.L.** 1968. *The Genera of Hyphomycetes from Soil*. Robert E. Krieger Publishing, Huntington.
- Behalová, B., Bláhová, M. & Behal, V.** 1994. Regulation of sterol biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. *Folia Microbiology* 39: 287-290.

- Betancourt, C.; Cruz, J. & Garcia, J.** 1987. Los hifomicetos acuáticos de la quebrada Doana Juana en el bosque estatal de Toro Negro, Villalba, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 23: 278-284.
- Bianchini Jr., I.** 1999. A decomposição da vegetação e o consumo de oxigênio nos reservatórios: implicações ecológicas. *In: R. Henry (ed.). Ecologia de Reservatórios: estrutura, função, aspectos sociais.* Fundibio, Fapesp, Botucatu, pp. 629-649.
- Bicudo, D.C., Forti, M.C., Carmo, C.F., Bourotte, C., Forti, C.E.M., Melfi, A.J. & Lucas, Y.** 2002. A atmosfera, as águas superficiais e os reservatórios no PEFI: caracterização química. *In: D.C. Bicudo, M.C. Forti, C.E.M. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 161-200.*
- Bicudo, D.C., Fonseca, B.M., Bini, L.M., Crossetti, L.O., Bicudo, C.E.M. & Araújo-Jesus, T.** 2007. Undesirable side-effects of water hyacinth control in a shallow tropical reservoir. *Freshwater Biology* 52: 1120-1133.
- Bicudo, C.E.M., Morandi, L.L., Araujo, A., Carneiro, L.A. & Bicudo, D.C.** 2009. Algas. *In: M.I.M.S. Lopes, M. Kirisaura, M.M.R.F. Melo (eds.). Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba: a Antiga Estação Biológica do Alto da Serra.* Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 187-212.
- Bockheim, J.G. & Leide, J.E.** 1991. Foliar nutrient dynamics and nutrient-use efficiency of oak and pine on a low fertility soil in Wisconsin. *Canadian Journal for Forestry Research* 21: 925-934.
- Burges, A.** 1958. *Micro-organisms in the soil.* Hutchinson University, London, 188p.
- Canhoto, C. & Graça, M.A.S.** 1996. Decomposition of *Eucalyptus globulus* leaves and three native leaf species (*Alnus glutinosa*, *Castanea sativa* and *Quercus faginea*) in a Portuguese low order stream. *Hydrobiologia* 333: 79-85.
- Casas, J.J. & Descals E.** 1997. Aquatic hyphomycetes from Mediterranean streams contrasting in chemistry and riparian canopy. *Limnetica* 13: 45-55.
- Chan, S.Y., Goh, T.K. & Hyde, K.D.** 2000. Ingoldian fungi in Hong Kong. *In: K.D. Hyde, W.H. Ho and S.B. Pointing (eds). Aquatic Mycology across the Millennium.* *Fungal Diversity* 5: 89-107.
- Chandraskhekar, K. R., Sridhar, K. R. & Kaveriappa, K. M.** 1991. Aquatic hyphomycete of a sulfur spring. *Hydrobiologia* 218: 151-156.
- Chauvet, E. & Suberkropp, K.** 1998. Temperature and sporulation of aquatic Hyphomycetes. *Applied and Environmental Microbiology* 64: 1522-1525.
- Christensen, M.** 1989. A view of fungal ecology. *Mycologia* 81: 1-19.

- CONAMA**, 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº de 17 março de 2005. Dispões sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF.
- Conti, J.B. & Furlan, S.A.** 2003. Geologia: o clima, os solos e a biota. *In*: J.L. Ross (ed.). Geografia do Brasil. Edusp, São Paulo, pp. 64-207.
- CPHN**. 1988. Parque Morumbi. *In*: Centro de Pesquisa de História Natural (ed.). Conheça o Verde. Oriente, São Paulo, v.13, pp. 8-9.
- Cochrane, V.M.** 1958. Physiology of fungi. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Cressa, C. & Smits, G.** 2007. Aquatic Hyphomycetes in two blackwater streams of Venezuela. *Ecotropicos* 20: 82-85.
- Cruz, A.C.R. & Gusmão, L.F.P.** 2009a. Fungos conidiais na Caatinga: espécies associadas ao folhedo. *Acta Botanica Brasilica* 23: 999-1012.
- Cruz, A.C.R. & Gusmão, L.F.P.** 2009b. Fungos conidiais na Caatinga: espécies lignícolas. *Acta Botanica Brasilica* 23: 1133-1144.
- Czeczuga, B., Mazalska, B., Godlewska, A., Muszyńska, E. & Kuc, K.** 2007. Fungi and fungus-like organisms (Straminipila) on fruit tree petals floating in water. *Biological Letters* 44: 41-50.
- Dang, C.K., Chauvet, E. & Gessner, M.O.** 2005. Magnitude and variability of process rates in fungal diversity-litter decomposition relationships. *Ecology Letters* 8: 1129-1137.
- Davis, S.F. & Winterbourn, M.J.** 1977. Breakdown and colonization of *Nothofagus* leaves in a New Zealand stream. *Oikos* 28: 250-255.
- Day, F.P.** 1982. Litter decomposition rates in the seasonally flooded great dismal swamp. *Ecology*, 63: 670-678.
- Delgado-Rodrigues, G. & Mena-Portales, J.** 2004. Hifomicetos aero-aquáticos e ingoldianos de la Reserva de La Biosfera Sierra del Rosario (Cuba). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 28: 105-113.
- Descals, E.** 1997. Ingoldian fungi from the Catalan Pyrenees: pure culture studies. *Mycotaxon* 63: 431-466.
- Descals, E., Moralejo, E.** 2001. Water and asexual reproduction in the ingoldian fungi. *Botánica Complutensis* 25: 13-71.
- De Vuono, Y.S., Domingos, M. & Lopes, M.J.M.S.** 1989. Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, SP, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 16: 179-193.
- Dias, A.I.** 2008. Avaliação da velocidade de decomposição e da riqueza de Hyphomycetes aquáticos associados às folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (Cambuci)

- submersas em um lago artificial no Parque Municipal Alfredo Volpi, SP. Monografia de Bacharelado, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- 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.
- Diniz, S.** 1987. Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema da mata mesófila semidecídua, no município de Araras, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Dix, N. J. & Webster, J.** 1995. Fungal Ecology. Chapman & Hall, Cambridge.
- Domsch, K.H., Gams, W. & Traute-Heidi, A.** 1993. Compendium of soil fungi. IHW, Verlag, Eching.
- Dorman, H.J.D. & Deans, S.G.** 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88: 308-316.
- Ellis, M.B.** 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey.
- Ellis, M.B.** 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey.
- Esteves, F.A.** 1998. Fundamentos da limnologia. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Esteves, F.A. & Barbosa, F. A.R.** 1986. Eutrofização artificial: a doença dos lagos. *Ciência Hoje* 27: 56-61.
- Fagundes, J.C.** 2008. Avaliação da velocidade de decomposição e da riqueza de geofungos associados às folhas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil) submersas em um lago artificial no Parque Municipal Alfredo Volpi, SP. Monografia de Bacharelado, Biológicas da Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- Fernandes, I., Uzun, B., Pascoal, C. & Cássio, F.** 2009. Responses of aquatic fungal communities on leaf litter to temperature-change events. *International Review of Hydrobiology* 94: 410-418.
- Fomina, M., Burford, E.P., Gadd, G.M.** 2005. Toxic metals and fungal communities. *In*: J. Dighton, J.F. White, P. Oudemans, (eds.). The fungal community: its organization and role in the ecosystem. 3rd ed. Taylor & Francis Group, New York, pp. 733-758.
- Frankland, J.C.** 1992. Mechanisms in fungal succession. *In*: G.C. Carroll & D.T. Wicklow (eds.). The fungal community: its organization and role in the ecosystem. 2nd ed. Marcel Dekker, New York, pp. 383-401.
- Frankland, J.C.** 1998. Residential address: fungal succession – unraveling the unpredictable. *Mycological Research* 102: 1-15.
- Fryar, S.C.** 2002. Fungal succession or sequence of fruit bodies? *Fungal Diversity* 10: 5-10.
- Garrett, S.D.** 1963. Soil fungi and fertility. Pergamon, Oxford.

- Gessner, M.O.** 1991. Differences in processing dynamics of fresh and dried leaf litter in a stream ecosystem. *Freshwater Biology* 26: 387-398.
- Gessner, M.O.** 1997. Fungal biomass, production and sporulation associated with particulate organic matter in streams. *Limnetica* 13: 33-44.
- Gessner, M.O.** 1999. A perspective on leaf litter breakdown in streams. *Oikos*, 85: 377-384.
- Gessner, M.O. & Chauvet, E.** 1993. Ergosterol-to-biomass conversion factory for aquatic Hyphomycetes. *Applied Environmental Microbiology* 59: 502-507.
- Gessner, M.O & Chauvet, E.** 1994. Importance of stream microfungi in controlling breakdown rates of leaf litter. *Ecology* 75: 1807-1817.
- Gessner, M.O., & Newell, S.Y.** 2002. Biomass, growth rate, and production of filamentous fungi in plant litter. *In*: C.J. Hurst, R.L. Crawford, G.R. Knudsen, M.J. McInerney & L.D. Stetzenbach (eds.). *Manual of Environmental Microbiology*. 2nd ed. ASM Press, Washington, DC, USA, pp. 390-408.
- Gessner, M.O. & Schworbel, J.** 1991. Fungal biomass associated with decaying leaf litter in a stream. *Oecologia* 87: 602-603.
- Gessner, M.O., Thomas, M., Jean-Louis, A.M. & Chauvet, E.** 1993. Stable successional patterns of aquatic Hyphomycetes on leaves decaying in a summer cool stream. *Mycological Research* 97: 163-172.
- Gessner, M.O., Bärlocher, F., & Chauvet, E.** 2003. Qualitative and quantitative analyses of aquatic Hyphomycetes in streams. *In*: C.K.M. Tsui & K.D. Hyde (eds.). *Freshwater Mycology, Fungal Diversity Research Series*, v.10, pp. 127-157.
- Gessner, M.O., Bauchrowitz, M.A. & Escautier, M.** 1991. Extraction and quantification of ergosterol as a measure of fungal in leaf litter. *Microbiology Ecology* 22: 285-291.
- Gessner, M.O., Gulis, V., Kuehn, K., Chauvet, E., Suberkropp, K.** 2007. Fungal decomposers of plant litter in aquatic ecosystems. *In*: C. Kubicek & I. Druzhinia (eds). *Environmental and microbial relationships: The Mycota*, v. 4. Springer, Berlin, pp 301-324.
- Godeas, A.M.** 1985. Hifomicetos (Deuteromycetes) acuáticos de Tierra del Fuego. *Physis, Sección A*. 43: 7-9.
- Goh, T.K. & Hyde, K.D.** 1996. Biodiversity of freshwater fungi. *Journal of Industrial Microbiology* 17: 328-345.
- Gonçalves, J.F. Jr, Graça, M.A.S. & Callisto, M.** 2006. Litter breakdown dynamics at three streams in temperate, mediterranean and tropical Cerrado climates. *Journal of the American Benthological Society* 25: 344-355.

- Gonçalves, J.F. Jr, Graça, M.A.S. & Callisto, M.** 2007. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrients and low density of shredders. *Freshwater Biology* 52: 1440-1451.
- Google Earth 6.** 2011. <http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/index.html> (acesso:05/03/2011).
- Grandi, R.A.P.** 1985. Hyphomycetes do Estado de São Paulo. 1. Espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu. *Rickia* 12: 125-145.
- Grandi, R.A.P.** 1998. Hyphomycetes decompositores do folheto de *Alchornea Triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg. *Hoehnea* 25: 133-148.
- Grandi, R.A.P.** 1999a. Taxonomia de deuteromicetos. *In*: V.L.R. Bononi (org.). *Zigomicetos, Basidiomicetos e Deuteromicetos: aplicações biotecnológicas*. Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, pp. 141-165.
- Grandi, R.A.P.** 1999b. Hifomicetos decompositores do folheto de *Euterpe edulis* Mart. *Hoehnea* 26: 87-101.
- Grandi, R.A.P.** 2004. Anamorfos da serapilheira nos Vales dos Rios Moji e Pilões, município de Cubatão, São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 31: 225-238.
- Grandi, R.A.P. & Attili, D.S.** 1996. Hyphomycetes um *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müell. Arg. leaf litter from the Ecological Reserve Juréia-Itatins, state of São Paulo, Brazil. *Mycotaxon* 60: 373-386.
- Grandi, R.A.P. & Gusmão, L.F.P.** 1995. Espécies de *Gyrothrix* (Hyphomycetes) no folheto de *Cedrella fissilis* Vell., em Maringá, PR, Brasil. *Hoehnea* 22: 191-196.
- Grandi, R.A.P. & Gusmão, L.F.P.** 1998. A técnica de lavagem sucessiva de substratos de plantas como subsídio para estudos da associação fungo/substrato e diversidade de Hyphomycetes nos ecossistemas. *In*: S. Watanabe (ed.). *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros*, ACIESP, São Paulo, v. 3, pp. 80-90.
- Grandi, R.A.P. & Gusmão, L.F.P.** 2002a. Hyphomycetes decompositores do folheto de *Tibouchina pulchra* Cogn. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 79-87.
- Grandi, R.A.P. & Gusmão, L.F.P.** 2002b. O gênero *Subulispora* Tubaki (fungos mitospóricos - Hyphomycetes) sobre folhas em decomposição no Estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 29: 31-36.
- Grandi, R.A.P., Grandi, C.A. & Delitti, W.B.C.** 1995. Hyphomycetes sobre folhas em decomposição de *Cedrela fissilis* Vell. *Hoehnea* 22: 27-37.
- Grandi, R.A.P. & Silva, T.V.** 2003. Hyphomycetes sobre folhas em decomposição de *Caesalpinia echinata* Lam.: ocorrências novas para o Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 489-493.
- Grandi, R.A.P. & Silva, T.V.** 2006. Fungos anamorfos decompositores do folheto de *Caesalpinia echinata* Lam. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 275-287.

- Gruppi, V.T.** 2009. Diversidade de fungos microscópicos em folheto submerso de lagos do Parque Central no Município de Santo André, SP, Brasil. Monografia de Bacharelado, Universidade Metodista de São Paulo, São Paulo.
- Gulis, V. & Suberkropp, K.** 2003a. Interactions between stream fungi and bacteria associated with decomposing leaf litter at different levels of nutrient availability. *Aquatic Microbial Ecology* 30: 149-157.
- Gulis, V. & Suberkropp, K.** 2003b. Leaf litter decomposition and microbial activity in nutrient-enriched and unaltered reaches of a headwater stream. *Freshwater Biology* 48: 123-134.
- Gulis, V., Marvanová, L. & Descals, E.** 2005. An illustrated key to the common temperate species of aquatic Hyphomycetes. *In: M.A.S. Graça, F. Bärlocher & M.O. Gessner (eds.). Methods to study litter decomposition: A practical Guide.* Springer, Netherlands, pp. 153-167.
- Gusmão, L.F.P.** 2001. Espécies de *Cylindrocladium* (Fungi-Hyphomycetes) associados a folhas de *Miconia cabussu* Hoehne. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 1: 116-120.
- Gusmão, L.F.P.** 2003. Microfungos associados a folhas em decomposição de plantas nativas de Campos Rupestres do Estado da Bahia, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gusmão, L.F.P. & Grandi, R.A.P.** 1996. Espécies do grupo *Beltrania* (Hyphomycetes) associadas a folhas de *Cedrella fissilis* Vell. (Meliaceae), em Maringá, PR, Brasil. *Hoehnea* 23: 91-102.
- Gusmão, L.F.P. & Grandi, R.A.P.** 1997. Hyphomycetes com conidomas dos tipos esporodóquios e sinema associados a folhas de *Cedrela fissilis* (Meliaceae), em Maringá, PR, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 11: 123- 134.
- Gusmão, L.F.P., Grandi, R.A.P. & Milanez, A.I.** 2000. A new species of *Beltraniopsis* from Brazil, with a key to the known species. *Mycological Research* 104: 251-253.
- Gusmão, L.F.P., Grandi, R.A.P. & Milanez, A.I.** 2001. Hyphomycetes from leaf litter of *Miconia cabussu* in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Mycotaxon* 79: 201-213.
- Gusmão, L.F.P., Góes Neto, A. & Cruz, A.C.R.** 2005. Fungos. *In: A.F. Juncá, L. Funch, & W. Rocha (eds.). Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina.* Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 227-236.
- Harley, J.L. & Waid, J.S.** 1955. A method of studying active mycelia on living roots and other surfaces in the soil. *Transactions of the British Mycological Society* 38: 104-118.
- Hering, T.F.** 1965. The succession of fungi in the litter of a lake district oakwood. *Transaction of the British Mycological Society* 48: 391-408.
- Hieber, M. & Gessner, M.O.** 2002. Contribution of stream detritivores, fungi and bacteria to leaf breakdown based on biomass estimates. *Ecology* 83: 1026-1038.

- Hodkinson, I.D.** 1975. Dry weight loss and chemical changes in vascular plant litter of terrestrial origin, occurring in a beaver pond ecosystem. *Journal of Ecology* 63: 131-142.
- Hogg, B. & Hudson, H.J.** 1968. Micro-fungi on leaves of *Fagus sylvatica*. I. The microfungual succession. *Transaction of the British Mycological Society* 49: 185-192.
- Hudson, H.J. & Webster, J.** 1958. Succession of fungi on decaying stems of *Agropyron repens*. *Transaction of the British Mycological Society* 41: 165-177.
- Hughes, S.J.** 1979. Relocation of species of *Endophragma* auct. with notes on relevant generic names. *New Zealand Journal of Botany* 17: 139-188.
- Hyde, K.D. & Jones, E.B.G.** 2002. Introduction to fungal succession. *In*: K.D. Hyde & E.B.G. Jones. *Fungal succession. Fungal Diversity* 10: 1-4.
- IAG-USP** 2008. Boletim climatológico anual da estação meteorológica do IAG-USP / Seção Técnica do Serviço Meteorológico. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, São Paulo.
- IAG-USP** 2009. Boletim climatológico anual da estação meteorológica do IAG-USP / Seção Técnica do Serviço Meteorológico. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, São Paulo.
- Ingold, C. T.** 1975. An illustrated guide to aquatic and water-borne Hyphomycetes (Fungi Imperfecti) with notes on their biology. Freshwater Biological Association, Ambleside.
- Justiniano J. & Betancourt C.** 1989. Colonización de hojas de *Syzygium jambos* L. por hongos ingoldianos. *Caribbean Journal of Science* 25: 101-110.
- Kaushik, N. K. & Hynes, H. B. N.** 1968. Experimental study on the role of autumn shed leaves in aquatic environments. *Journal of Ecology* 56: 229-543.
- Kendrick, B.** (ed.). 1971. *Taxonomy of Fungi Imperfecti*. University of Toronto Press, Toronto.
- Keshava Prasad, T.S. & Bhat, D.J.** 2002. *Speiropsis rogergoosensis* sp. nov. from India. *Mycotaxon* 82: 127-131.
- Kirk, P.M.** 1981a. New or interesting microfungi. I. Dematiaceous hyphomycetes from Devon. *Transactions of the British Mycological Society* 76: 71-87.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. & Stalpers, J.A.** 2008. *Dictionary of the Fungi*. 10th ed. CAB International, Wallingford.
- Kjøller, A. & Struwe, S.** 1992. Functional groups of microfungi in decomposition. *In*: G.C. Carroll & D.T. Wicklow (eds.). *The fungal community: its organization and role in the ecosystem*. 2nd ed. Marcel Dekker, New York, pp. 619-630.
- Komínková, D., Kuehn, K.A., Büsing, N., Steiner, D. & Gessner, M.O.** 2000. Microbial biomass, growth, and respiration associated with submerged decomposition in a *Phragmites*

- australis* decomposing in a littoral reed stand of a large lake. *Aquatic Microbial Ecology* 22: 271-282.
- Krauss, G., Bärlocher, F. & Krauss, G.J.** 2003. Effect of pollution on aquatic hyphomycetes. *In*: C.K.M. Tsui & K.D. Hyde (eds). *Freshwater Mycology. Fungal Diversity Research Series*, v.10, pp. 211-230.
- Kuthubutheen, A.J. & Nawawi, A.** 1987b. A new species of *Speiropsis* from Malaysia. *Transactions of the British Mycological Society* 89: 584-587.
- Laitung, B. & Chauvet, E.** 2005. Vegetation diversity increases species richness of leaf- decaying fungal communities in woodland streams. *Archiv für Hydrobiologie* 164: 217-235.
- Lopes, M.I.M.S., Santos, A.R., Moraes, R.M., Kirizawa, M.** 2009. Ciclagem de nutrientes e alterações no solo induzidas pela poluição atmosférica. *In*: M.I.M.S. Lopes, M. Kirizawa, M.M.R.F.M. (eds.). *Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba: a antiga Estação Biológica do Alto da Serra*. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 137-154.
- Luo, J., Yin, J., Cai, L., Zhang, K. & Hyde, K.D.** 2004. Freshwater fungi in Lake Dianchi, a heavily polluted lake in Yunnan, China. *Fungal Diversity* 16: 93-112.
- Maia, L. C. N.** 1983. Sucessão de fungos em folheto de floresta tropical úmida. Universidade Federal de Pernambuco, Editora Universitária, Recife.
- Malavolta, E.** 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. Editora Agronomic Ceres, São Paulo.
- Malosso, E.** 1995. Ocorrência de hyphomycetes (Fungos Imperfeitos) e fungos zoospóricos em ambientes aquáticos (Rio do Monjolinho, São Carlos, SP). Monografia de Bacharelado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Malosso, E.** 1999. Hyphomycetes em ambientes aquáticos lótico e lêntico: ocorrência e biomassa. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Marano, A.V., Pires-Zottarelli, C.L.A., Barrera, M.D., Steciow, M.M. & Gleason, F.H.** 2010. Diversity, role in decomposition, and succession of zoosporic fungi and straminipiles on submerged decaying leaves in a woodland stream. *Hydrobiologia* 659: 93-109.
- Marçon, S.L.** 2005. Estudo dos potenciais antimicrobiano e alelopático de *Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum (Myrtaceae). Monografia, Ciências Biológicas, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- Marques, M.F.O., Barbosa, F.R., Gusmao, L.F.P., Castaneda-Ruiz, R.F. & Maia, L.C.** 2007. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Cubasina microspora* sp. nov., a note on *C. albo-fusca*, and some new records for South America. *Mycotaxon* 102: 17-23.

- Marques, M.F.O., Gusmão, L.F.P. & Maia, L.C.** 2008. Riqueza de espécies de fungos conidiais em duas áreas de Mata Atlântica no Morro da Pioneira, Serra da Jibóia, BA, Brasil *Acta Botanica Brasilica* 22: 954-961.
- Markman, B.E.O. Bugno, A. Ohara, M.T. & Kato, E.T.M.** 2000. Atividade antimicrobiana do extrato hidroalcalóide de *Campomanesia xanthocarpa* (O. Berg). *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* 36: 55.
- Marvanová, L.** 1997. Freshwater Hyphomycetes: a survey with remarks on tropical taxa. In: *Tropical Mycology*. In: K.K. Janardhanan, C. Rajendran; K. Natarajan & D. L. Hawsworth, (eds.). Science Publishers, Enfield, pp. 169-226.
- Marvanová, L. & Descals, E.** 1987. New taxa and new combinations of aquatic Hyphomycetes. *Transactions of the British Mycological Society* 89: 499-507.
- Marvanová, L. & Laichmanová, M.** 2007. *Subulispora biappendiculata* sp. nov. from Borneo (Malaysia) and a review of the genus. *Fungal Diversity* 26: 241-256.
- Matsushima, T.** 1971. Microfungi of the Solomon Islands and Papua-New Guinea. Takashi Matsushima, Kobe.
- Matsushima, T.** 1980. Saprophytic microfungi from Taiwan. Part 1. Hyphomycetes. *Matsushima Mycological Memoirs n°.1*. Matsushima Fungus Collection, Kobe.
- Matsushima, T.** 1981. *Matsushima Mycological Memoirs n°.2*. Matsushima Fungus Collection, Kobe.
- Matsushima, T.** 1989. *Matsushima Mycological Memoirs n°.6*. Matsushima Fungus Collection, Kobe.
- Matsushima, T.** 1993a. *Matsushima Mycological Memoirs n°.7*. Matsushima Fungus Collection, Kobe.
- Matsushima, T.** 1993b. List of Microfungi from Pakistan soils. *Cryptogamic Flora of Pakistan* 2: 43-63,
- Mazzoni-Viveiros, S.C.** 1996. Aspectos estruturais de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) sob impacto de poluentes atmosféricos provenientes do Complexo Industrial de Cubatão, SP – Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Medeiros, A.O., Pascoal, C., & Graça, M.A.S.** 2009. Diversity and activity of aquatic fungi under low oxygen conditions. *Freshwater Biology* 54: 142-149.
- Medeiros, A., Duarte, S., Pascoal, C., Cássio, F. & Graça, M.** 2010. Effects of Zn, Fe and Mn on leaf litter breakdown by aquatic fungi: a microcosm study. *International Review of Hydrobiology* 95: 12-26.

- Meguro, M., Vinueza, G. N. & Delitti, W. B. C.** 1979. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária, São Paulo, 1: Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 7: 11-31.
- Miler, M., Palojärrvi, A., Rangger, A., Reeslev, M., Kjoller, A.** 1998. The fluorogenic substrates to measure fungal presence and activity in soil. Applied and Environmental Microbiology 64: 613-617.
- Montgomery, H. J., Monreal, C. M., Young, J. C. & Seifert, K.A.** 2000. Determination of soil fungal biomass from ergosterol analyses. Soil Biology & Biochemistry 32: 1207-1217.
- Moore-Landecher, E.** 1996. Fundamental of the fungi. 4th ed. Prentice-Hall, New Jersey.
- Moore, J.R.** 1984. Litter decomposition in a subarctic spruce-lichen woodland Eastern Canada. Ecology 65: 299-308.
- Moreira, C.G.** 2002. Sucessão de fungos (Hyphomycetes aquáticos e geofungos) associados à decomposição de folhas de *Tibouchina pulchra* Cogn submersas em um riacho da mata atlântica. Monografia de Bacharelado, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- Moreira, C.G.** 2006. Avaliação da diversidade e biomassa de fungos associados a folhas em decomposição de *Tibouchina pulchra* Cogn. submersas em reservatórios do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, São Paulo.
- Morton, J.B., Bentivenga, S.P. & Wheeler, W.W.** 1993. Germ plasm in the International Collection of Arbuscular and Vesicular-arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. Mycotaxon 48: 491-528.
- Müller-Dombois, D. & Ellenberg, N.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Willey & Sons, New York.
- Nawawi, A.** 1975. *Triscelophorus acuminatus* sp. nov. Transactions of the British Mycological Society 64: 345-348.
- Newell, S.Y.** 1976. Mangrove fungi: the succession in the mycoflora of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings. In: E.B.G. Jones (ed.). Recent Advances in aquatic Mycology. Elek Science, London.
- Newell, S. Y.** 1992. Estimating fungal biomass and productivity in decomposing litter. In: G.C. Carroll & D.T. Wicklow (eds.). The fungal community: its organization and role in the ecosystem. 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- Newell, S. Y. & Fallon, R. D.** 1991. Toward a method for measuring instantaneous fungal growth rates in field samples. Ecology 72: 1547-1559.
- Nilsson, S.** 1962. Some aquatic Hyphomycetes from South Africa. Svensk Botanisk Tidskrift 56: 351-361.

- Nilsson, S.** 1964. Freshwater Hyphomycetes. *Symbolae Botanicae Upsalienses* 18: 1-130.
- Nikolcheva, L.G. & Bärlocher, F.** 2004. Taxon-specific primers reveal unexpectedly high diversity during leaf decomposition in a stream. *Mycological Progress* 3: 41-50.
- Nikolcheva L.G. & Bärlocher, F.** 2005. Seasonal and substrate preferences of fungi colonizing leaves in streams: traditional versus molecular evidence. *Environmental Microbiology* 7: 270-280.
- Nikolcheva, L., Cockshutt, A. & Bärlocher, F.** 2003. Determining diversity of freshwater fungi on decaying leaves: comparison of traditional and molecular approaches. *Applied Environmental Microbiology* 69: 2548-2554.
- Nikolcheva, L.G., Bourque, T. & Bärlocher F.** 2005. Fungal diversity during initial stages of leaf decomposition in a stream. *Mycological Research* 109: 246-253.
- O'Neill, P.** 1995. *Environmental chemistry*. Chapman and Hall, London.
- Osono, T. & Takeda, H.** 2001. Organic chemical and nutrient dynamic in decomposition of beech leaf litter in relation to fungal ingrowth and succession during 3-year decomposition processes in a cool temperate deciduous forest in Japan. *Ecological Research* 16: 649-670.
- Osono, T., Fukasawa, Y. & Takeda, H.** 2003. Roles of diverse fungi in larch needle-litter decomposition. *Mycologia* 95: 820-826.
- Osono, T.** 2005. Colonization and succession of fungi during decomposition of *Swida controversa* leaf litter. *Mycologia* 97(3): 589-597.
- Park, D.** 1968. The ecology of terrestrial fungi. *In: G. C. Ainsworth & A. S. Sussman. The Fungi: an advanced treatise*. Academic Press, New York, v. 3, pp. 5-37.
- Park, D.** 1972. On the ecology of heterotrophic micro-organisms in freshwater. *Transactions of the British Mycological Society* 58: 291-299.
- Park, H.G., Managbanag, J.R., Stamenova, E.K. & Jong, S.C.** 2004. Comparative analysis of common indoor *Cladosporium* species based on molecular data and conidial characters. *Mycotaxon* 89: 441-451.
- Pascoal, C. & Cássio, F.** 2004. Contribution of fungi and bacteria to leaf litter decomposition in a polluted river. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 5266-5273.
- Paulus, B. & Gadek, P.** 2006. Successional patterns of microfungi in fallen leaves of *Ficus pleurocarpa* (Moraceae) in an Australian tropical rain forest. *Biotropica* 38: 42-51.
- Pascoal, C., Marvanová, L. & Cássio, F.** 2005. Aquatic hyphomycete diversity in streams of Northwest Portugal. *Fungal Diversity* 19: 109-128.
- Paulus, B., Gadek, P. & Hyde, K.** 2004. Phylogenetic and morphological assessment of five new species of *Thozetella* from Australian rainforest. *Mycologia* 96: 1074-1087.

- Penzig, A.J.O.** 1882. Funghi agrumicoli. Contribuzione allo studio dei funghi parassiti degli agrumi. *Michelia* 2: 385-508.
- Pereira, P.T., Carvalho, M.M., Girio, F.M., Roseiro, J.C. & Amaral-Collaco, M.T.** 2002. Diversity of microfungi in the phylloplane of plants growing in a Mediterranean ecosystem. *Journal of Basic Microbiology* 42: 396-407.
- Pires-Zottarelli, C.L.A., Milanez, A.I. & Schoenlein-Crusius, I.H.** 1993. Quantitative estimation of zoosporic fungi and aquatic hyphomycetes on leaves submerged in a stream in the atlantic rain forest, in the State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Microbiologia* 24: 192-197.
- Promptuttha, L., Lumyong, S., Lumyong, P., McKenzie, E.H.C. & Hyde, K.D.** 2002. Fungal succession on senescent leaves of *Manglietia garrettii* in Doi Suthep-Pui National Park, northern Thailand. *Fungal Diversity* 10: 89-100.
- Promptuttha, I., Lumyong, S., Lumyong, P., McKenzie, E.H.C. & Hyde, K.D.** 2004. Fungal saprobes on dead leaves of *Magnolia liliifera* (Magnoliaceae) in Thailand. *Cryptogamie Mycologie* 25: 315-321.
- Promptuttha I., Jeewon R., Lumyong S., McKenzie E.H.C., Hyde K.D.** 2005. Ribosomal DNA fingerprinting in the identification of non sporulating endophytes from *Magnolia liliifera* (Magnoliaceae). *Fungal Diversity* 20: 167–186.
- Promptuttha I., Lumyong S., Vijaykrishna D., McKenzie E.H.C. & Hyde K.D., Jeewon R.** 2007. A phylogenetic evaluation of whether endophytes become saprotrophs at host senescence. *Microbial Ecology* 53: 579-590.
- Pugh, G.J.F., Buckley, N.G. & Mulder, J.** 1972. The role of phylloplane fungi in the early colonization of leaves. *Symposia Biologica Hungarica* 11: 329-333.
- Puppi, G.** 1983. Occurrence of filamentous fungi on decaying leaves in lake waters. *Annali di Botânica* 16: 27-36.
- Rajashekar, M. & Kaveriappa, K.M.** 2003. Diversity of aquatic Hyphomycetes in the aquatic ecosystem of the Western Ghats of India. *Hydrobiologia* 501: 167-177.
- Ranzoni, R.V.** 1979. The Aquatic Hyphomycetes from Hawaii. *Mycologia* 71: 786-795.
- Raviraja, N.S., Sridhar, K.R., & Bärlocher, F.** 1998. Breakdown of *Ficus* and *Eucalyptus* leaves in an organically polluted river in India: fungal diversity and ecological function. *Freshwater Biology* 39: 537-545.
- Raviraja, N.S., Nikolcheva, L.G. & Bärlocher, F.** 2005. Diversity of Conidia of Aquatic Hyphomycetes Assessed by Microscopy and by DGGE. *Microbial Ecology* 49: 301-307
- Rezende, C.M., Corrêa, V.F.S., Costa, A.V.M. & Castro, C.S.** 2004. Constituintes químicos voláteis de flores e folhas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). *Química Nova* 27: 414-416.

- Rincón, J. & Santelloco, R.** 2009. Aquatic fungi associated with decomposing *Ficus* sp. leaf litter in a neotropical stream. *Journal of the North American Benthological Society* 28:416-425.
- Rodino, D., Tosi, S. & Del Frate, G.** 2003. Ifomiceti acquatici in un canale del Parco del Ticino. *Studi Tridentino di Scienze Naturali. Acta Biologica* 80: 55-57.
- Sakayaroj, J., Phongpaichit, S. & Jones, E.B.G.** 2005. Viability and biodiversity of freshwater hyphomycetes in foam at Ton Nga Chang Wildlife-Sanctuary, Songkhla, southern Thailand. *Fungal Diversity* 18: 135-145.
- Santos-Flores, C.J., Betancourt, C. & Nieves-Rivera, A.** 1996. New Records of water-borne Hyphomycetes for Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 32: 105-110
- Santos-Flores, C.J. & Betancourt-López, C.** 1997. Aquatic and water-borne Hyphomycetes (Deuteromycotina) in streams of Puerto Rico (including records from other neotropical locations). *Caribbean Journal of Science, Special Publication* 2: 1-116.
- Sarruge, J.R. & Haag, H.P.** 1974 *Análises químicas em plantas*. ESALQ, Piracicaba.
- Sati, S.C. & Arya, P.** 2009. Occurrence of water borne conidial fungi in relation to some physico-chemical parameters in a fresh water stream. *Nature and Science* 7: 1545-740.
- Scalbert, A.** 1991. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30: 3875-3883.
- 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.
- Schoenlein-Crusius, I.H.** 2002. Aquatic hyphomycetes from cerrado regions in the state of São Paulo, Brazil. *Mycotaxon* 81: 457-462.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Grandi, R.A.P.** 2003. The diversity of aquatic Hyphomycetes in South America. *Brazilian Journal of Microbiology* 34: 183-193.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Malosso, E.** 2007. Diversity of aquatic Hyphomycetes in the tropics. In: B. N. Ganguli & S. K. Deschmukh (eds.). *Fungi: Multifaceted microbes*. Anamaya Publishers, New Delhi, pp. 61-81.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A. I.** 1989. Sucessão fúngica em folhas de *Ficus microcarpa* L.f. submersas no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Revista de Microbiologia* 20: 95-101.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1990a. Hyphomycetes aquáticos no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 13: 61-68.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1990b. Aquatic Hyphomycetes in São Paulo State, Brasil. I – First observations. *Hoehnea* 17: 11-115.

- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1996. Diversity of aquatic fungi in Brazilian Ecosystems. *In*: C. Bicudo & N.A. Menezes (eds.). Biodiversity in Brazil: a first approach. CNPq, São Paulo, pp. 31-48.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1998a. Fungos microscópicos da Mata Atlântica de Paranapiacaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 21: 73-79.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I.** 1998b. Fungal succession on leaves of *Alchornea triplinervia* (Spreng.) M. Arg. submerged in a stream of an Atlantic Rainforest in the State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 21: 253-259.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Moreira, C.G. & Bicudo, D.C.** 2009. Aquatic Hyphomycetes in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – *PEFI*, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 411-426,
- 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 Brasileira 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 Brasileira de Microbiologia* 23: 167-171.
- 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: 133-139.
- Schoenlein-Crusius, I.H., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I.** 2004. Amostragem em limnologia: os fungos aquáticos. *In*: C. E. M. Bicudo & D. C. Bicudo (eds.). Amostragem em limnologia. RiMa Editora, São Carlos, pp. 179-191.
- Seitz, L.M., Mohr, H.E., Burroughs, R. & Sauer, D.B.** 1979. Ergosterol as an indicator of fungal invasion in grains. *Cereal Chemistry* 54: 1207-1217.
- Shearer, C.A. & Webster, J.** 1991. Aquatic Hyphomycete communities in the river Teign. IV. Twig colonization. *Mycological Research* 95: 413-420.
- Shearer, C., Descals, E., Kohlmeyer, B., Kohlmeyer, J., Marvanova, L., Padgett, D., Porter, D., Raja H.A., Schmit, J.P., Thorton, H.A., Voglymayr, H.** 2007 Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity and Conservation* 16: 49-67.
- Silva, P.** 2007. Fungos Anamorfos decompositores do folheto de *Caesalpinia echinata* Lam. provenientes de exemplares estabelecidos em áreas com e sem impacto de poluição aérea. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, São Paulo.

- Silva, R.F. & Briedis, G.S.** 2009. Registro de la presencia de hifomicetos acuáticos en ríos de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Interciência* 34: 589-592.
- Silva, P. & Grandi, R.A.P.** 2008. Hyphomycetes sobre o folheto de *Caesalpinia echinata* Lam. com duas novas citações para o Brasil. *Hoehnea* 35: 477-488.
- Silva, R.R., Corso, C.R. & Matheus, D.R.** 2010. Effect of culture conditions on the biomass determination by *Lentinus crinitus* e *Psilocybe castanella*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 16: 841-846.
- Singh, N.** 1972. *Pyramidospora constricta* sp. nov., a new aquatic Hyphomycetes. *Transactions of the British Mycological Society* 59: 336-340.
- SMA.** 2000. Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Smits G., Fernández, R. & Cressa, C.** 2007. Preliminary study of aquatic Hyphomycetes from Venezuelan streams. *Acta Botánica Venezuelica* 30: 345-355.
- SMMA.** 2002. Atlas Ambiental do Município de São Paulo: Fase I: diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no Município de São Paulo. Secretaria Municipal do Meio Ambiente, São Paulo. <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/> (acesso em 05/01/2010).
- SMVMA.** 2006. Relatório preliminar do estado dos lagos dos parques municipais de São Paulo. Secretaria Municipal do Verde Meio Ambiente. https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fww2.prefeitura.sp.gov.br%2Fquivos%2Fsecretarias%2Fmeio_ambiente%2Fpublicacao%2Fflagos_publicacao_final.pdf (acesso em: 20/01/2011).
- SMVMA.** 2010. Relatório de qualidade do meio ambiente. Secretaria Municipal do Verde Meio Ambiente. http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/publicacoes_svma/index.php?p=16319 (acesso em: 05/03/2011).
- SMVMA.** 2011. Parques Municipais: Parque Burle Marx. Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente. http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/regiao_sul/index.php?p=5733 (acesso em: 20/01/2011)
- SMVMA.** 2011. Parques Municipais: Parque Alfredo Volpi. Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente. http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/regiao_centrooeste/index.php?p=5729 (acesso em: 20/01/2011).
- Sridhar, K.R. & Kaveriappa, K.M.** 1989. Observations on aquatic Hyphomycetes of the western

- Ghat streams, India. *Nova Hedwigia* 49: 455-467.
- Sridhar, K.R. & Bärlocher, F.** 1993. Aquatic hyphomycetes on leaf litter in and near a stream in Nova Scotia, Canada. *Mycological Research* 97: 1530-1535.
- Sridhar, K.R. & Bärlocher, F.** 1997. Water chemistry and sporulation by aquatic hyphomycetes. *Mycological Research* 101: 591-596.
- Sridhar, K.R. & Bärlocher, F.** 2000. Initial colonization, nutrient supply, and fungal activity on leaves decaying in streams. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 1112-1119.
- Sridhar, K.R. & Sudheep, N.M.** 2010. Diurnal fluctuation of spores of freshwater hyphomycetes in two tropical streams. *Mycosphere* 1: 89-101.
- Sridhar, K.R., Chandrasekhar, K.R. & Kaveriappa, K.M.** 1992a. Research on the Indian subcontinent. *In*: F. Bärlocher (ed.). *The ecology of aquatic Hyphomycetes*. Springer Verlag, Berlin, pp. 182-211.
- Suberkropp, K.** 1992. Aquatic Hyphomycetes communities. *In*: G.C. Carroll & D.T. Wicklow (eds.). *The fungal community: its organization and role in the ecosystem*. 2nd ed.: Marcel Dekker, New York, pp. 729-747.
- Suberkropp, K.** 1998. Effect of dissolved nutrients on two aquatic hyphomycetes growing on leaf litter. *Mycological Research* 102: 998-1002.
- Suberkropp, K. & Chauvet, E.** 1995. Regulation of leaf breakdown by fungi in streams: influences of water chemistry. *Ecology* 76: 1433-1445.
- Suberkropp, K. & Klug, M.J.** 1976. Fungi and bacteria associated with leaves during processing in a woodland stream. *Ecology* 57: 707-719.
- Suberkropp, K. & Klug, M.J.** 1980. The maceration of deciduous leaf litter by aquatic Hyphomycetes. *Canadian Journal of Botany* 58: 1025-1031.
- Suberkropp, K. & Jones E.O.** 1991. Organic phosphorus nutrition of some aquatic hyphomycetes. *Mycologia* 83:665-668.
- Subramanian, C.V.** 1954. Fungi imperfecti from Madras – VI. *Journal of the Indian Botanical Society* 33: 36-42.
- Sutton, B.C.** 1973. Some hyphomycetes with holoblastic sympodial conidiogenous cells. *Transactions of the British Mycological Society* 61: 417-429.
- Sutton, B.C.** 1978. New and interesting Hyphomycetes from Tampa, Florida. *Mycologia* 70: 784-801.
- Tang, A.M.C., Jeewon, R. & Hyde, K.D.** 2005. Succession of microfungus communities on decaying leaves of *Castanopsis fissa*. *Canadian Journal of Microbiology* 51: 967-974.
- Tubaki, K. & Yokoyama, T.** 1971. Notes on the Japanese hyphomycetes V. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 12: 18-28.

- Tundisi, J.G. & Matsumura-Tundisi, T.** 2008. Limnologia. Oficina de Textos, São Paulo.
- Turnau, K. & Kottke, I.** 2005. Fungal activity as determined by microscale methods with special emphasis on interaction with heavy metals. *In*: J. Dighton, J.F. White & P. Oudemans (eds.). The fungal community: its organization and role in the ecosystem. 3rd ed. Taylor & Francis Group, New York.
- van Ryckegem, G., Gessner, M.O. & Verbeken, A.** 2007. Fungi on leaf blades of *Phragmites australis* in a brackish tidal Marsh: succession, and leaf decomposition. *Microbial Ecology* 53: 600-611.
- Walter, H. & Lieth, H.** 1960. Klimadiagramm-Weltatlas. Gustav Fisher Verlag, Jena.
- Weete, J.D., Abril, M. & Blackwell, M.** 2010. Phylogenetic distribution of fungal sterols. *PLoS ONE* 5: e10899. doi:10.1371/journal.pone.0010899
- Wellbaum, C., Schoenlein-Crusius, I.H., Malosso, E. & Tauk-Tornisielo, S.M.** 2007. Fungos filamentosos isolados de folhas em decomposição na Represa de Guarapiranga, São Paulo, SP. *Holos* 7: 171-190.
- Visser, S. & Parkinson, D.** 1975. Fungal succession on aspen poplar leaf litter. *Canadian Journal of Botany* 53: 1640-1651.
- Wildman, H.G. & Parkinson, D.** 1979. Microfungal succession on living leaves of *Populus tremuloides*. *Canadian Journal of Botany* 57: 2800-2811.
- Willoughby, L.G.** 1974. Decomposition of litter in freshwater. *In* C.H. Dickinson & G.T.F. Pugh (eds.). *Biology of plant litter decomposition*. Academic Press, London, pp. 659-681.
- Yanna, H.W.H. & Hyde, K.D.** 2002. Fungal succession on fronds of *Phoenix hanceana* in Hong Kong. *Fungal Diversity* 10: 185-211.
- Zalar, P., Hoog G.S., Schroer, H.-J., Crous, P.W., Groenewald, J.Z. & Gunde-Cimerman, N.** 2007. Phylogeny and ecology of the ubiquitous saprobe *Cladosporium sphaerospermum*, with descriptions of seven new species from hypersaline environments. *Studies in Mycology* 58: 157-183.
- Zak, J.C. & Willig, M.R.** 2004. Fungal biodiversity patterns. *In*: G.M. Mueller, G.F. Bills & M.S. Foster (eds.). *Biodiversity of fungi*. Elsevier Academic Press, San Diego, pp. 59-75.
- Ziegler, V.** 2004. Diversidade, tolerância e capacidade biossorbitiva de alumínio, por fungos associados à folhas de espécies arbóreas nativas em algumas regiões de cerrado no Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Anexos

Anexo 1. Ocorrência geral de táxons de hifomicetos associados aos folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas frescas e da serapilheira de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas em um lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2008. Legenda: PF – folíolos frescos de *Cae. echinata*, PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Cam. phaea.* , CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Taxons	Riqueza Total		Riqueza Total	
	PF	PS	CF	CS
<i>Anguillospora crassa</i>		x		
<i>Anguillospora longissima</i>	x			x
<i>Beltrania rhombica</i>	x	x	x	x
<i>Beltraniella</i> sp.	x	x		
<i>Blodgettia indica</i>	x	x	x	x
<i>Camposporium antennatum</i>	x			x
<i>Chaetopsina splendida</i>	x			
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	x	x		
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x	x	x	x
<i>Dictyochaeta</i> cf. simplex				x
<i>Dictyochaeta</i> sp.				x
<i>Endophragmiella</i> sp.	x	x	x	x
Fungo não identificado sp. 1	x	x	x	x
Fungo não identificado sp. 2	x	x		
<i>Lunulospora curvula</i>			x	x
<i>Pyramidospora casuarinae</i>	x	x	x	x
<i>Pyramidospora</i> sp.	x	x	x	x
<i>Repetophragma filiferum</i>	x			
<i>Rhinocladiella cristaspora</i>	x	x	x	x
<i>Sporidesmium</i> sp.	x	x	x	x
<i>Thozetella</i> cf. canadensis	x			
<i>Thozetella</i> cf. cristata				x
<i>Thozetella</i> cf. falcata				x
<i>Thozetella</i> cf. havanensis				x
<i>Thozetella afinis queenslandica</i>				x
<i>Thozetella</i> sp. 1				x
<i>Tridentaria</i> sp.	x			
<i>Triposporium</i> sp.	x	x		
<i>Triscelophorus acuminatus</i>		x	x	x
<i>Triscelophorus monosporus</i>	x	x	x	x
<i>Triscelophorus</i> sp.	x	x	x	x
<i>Varicosporium elodeae</i>		x		
<i>Verticillium albo-atrum</i>				x
Total de isolados – 33	21	18	13	23
Índice de Similaridade	77%		72%	

Anexo 2. Ocorrência geral de táxons de hifomicetos associados aos folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas frescas e da serapilheira de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas em um lago situado no Parque Municipal Burle Marx, na cidade de São Paulo e coletadas de maio a setembro de 2009. Legenda: PF – folíolos frescos de *Cae. echinata*, PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas frescas de *Cam. phaea*, CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Taxons	Riqueza total		Riqueza total	
	PF	PS	CF	CS
<i>Anguillospora crassa</i>		x		
<i>Anguillospora</i> sp.		x	x	x
<i>Beltrania rhombica</i>	x	x	x	x
<i>Beltraniella</i> sp.				x
<i>Camposporium pellucidum</i>		x		x
<i>Chaetopsina splendida</i>				x
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	x	x	x	
<i>Dictyochaeta cf. simplex</i>				x
<i>Endophragmiella</i> sp.	x	x	x	x
Fungo não identificado sp. 1	x	x		x
Fungo não identificado sp. 2	x	x		x
<i>Gyrotrix circinata</i>		x		x
<i>Paecilomyces</i> sp.	x			
<i>Penicillium minioluteum</i>	x		x	
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	x		x	x
<i>Pyramidospora casuarinae</i>	x	x	x	x
<i>Rhinocladiella cristaspora</i>			x	x
<i>Speiropsis scopiformis</i>				x
<i>Sporidesmium</i> sp.	x	x		
<i>Subulispora longirostrata</i>			x	
<i>Thozetella cf. cristata</i>				x
<i>Thozetella cf. falcata</i>				x
<i>Thozetella</i> sp. 2				x
<i>Triposporium</i> sp.	x			
<i>Triscelophorus acuminatus</i>	x	x		x
<i>Triscelophorus monosporus</i>		x		x
<i>Vermiculariopsiella immersa</i>		x		
<i>Verticillium albo-atrum</i>	x			x
<i>Wiesneriomyces laurinus</i>				x
Total de táxons – 29	13	14	9	21
Índice de Similaridade	59%		33%	

Anexo 3. Ocorrências e riquezas de táxons de hifomicetos associados aos folíolos frescos e da serapilheira de *Caesalpinia echinata* Lam. e às folhas frescas e da serapilheira de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum, submersas no lago situado no Parque Municipal Alfredo Volpi (coletadas de maio a setembro de 2008) e no lago situado no Parque Municipal Burle Marx (coletadas de maio a setembro de 2009). Legenda: 1ª etapa do experimento – Parque Municipal Alfredo Volpi, 2ª etapa do experimento - Parque Municipal Burle Marx, T₀ - Tempo zero, PF – folíolos de frescas *Cae. echinata*, PS – folíolos de *Cae. echinata* da serapilheira, CF – folhas de frescas *Cam. phaea*, CS – folhas de *Cam. phaea* da serapilheira.

Coletas	Dias de submersão	Riqueza de táxons - 1ª etapa				Riqueza de táxons - 2ª etapa			
		PF	PS	CF	CS	PF	PS	CF	CS
T ₀	0	6	4	1	2	5	2	2	7
1ª	31	7	7	4	8	5	3	2	7
2ª	63	5	13	6	13	3	3	3	4
3ª	92	14	10	9	4	2	4	3	7
4ª	120	8	7	6	9	3	6	4	6
5ª	152	8	8	7	9	5	10	3	6
Riqueza total de táxons		21	18	13	23	13	14	9	21
Ocorrência de táxons		48	49	33	45	23	28	17	37