

MARCOS FABIO OLIVEIRA MARQUES

**COMUNIDADE DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUA NO PARQUE ESTADUAL DAS
SETE PASSAGENS, MIGUEL CALMON, BAHIA**

**FEIRA DE SANTANA/BA
2012**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**COMUNIDADE DE FUNGOS CONIDIAIS EM UM FRAGMENTO DE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUA NO PARQUE ESTADUAL DAS
SETE PASSAGENS, MIGUEL CALMON, BAHIA**

MARCOS FABIO OLIVEIRA MARQUES

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Botânica - Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Botânica.

Orientador: Prof. Dr. Luis Fernando Pascholati Gusmão (UEFS)

FEIRA DE SANTANA/BA
2012

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteadó - UEFS

M319c Marques, Marcos Fabio Oliveira
Comunidade de fungos filamentosos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. / Marcos Fabio Oliveira Marques. – Feira de Santana - BA, 2012.
117 f. : il.

Orientador: Luis Fernando Pascholati Gusmão

Tese (Doutorado em Botânica)– Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica, 2012.

1. Micodiversidade. 2. Semiárido. 3. Similaridade. I. Gusmão, Luis Fernando Pascholati. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Departamento de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 582

DEFESA DE TESE

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Iracema Helena Schoenlein Crusius
(Instituto de Botânica de São Paulo/IBT-SP)



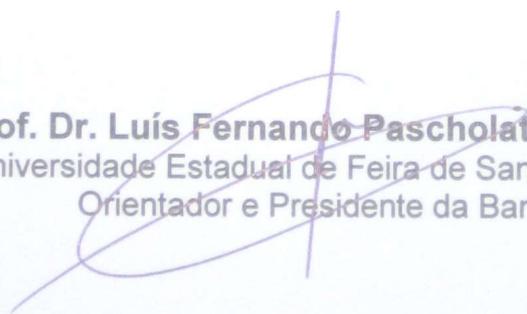
Profa. Dra. Adriana Oliveira Medeiros
(Universidade Federal da Bahia/UFBA)



Prof. Dr. Valderéz Gambale
(Universidade de São Paulo/USP)



Prof. Dr. Ludwig Heinrich Pfenning
(Universidade Federal de Lavras/UFLA)



Prof. Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão
(Universidade Estadual de Feira de Santana/UEFS)
Orientador e Presidente da Banca

*“...Este olhar já percorreu
Muitos horizontes nessa vida!
E, ainda, tem desafios a
enfrentar,
No caminho.*

*Tanto a aprender!...
Pedras a retirar...
Flores a plantar...
Saberes a multiplicar...*

(Fernando Pessoa)

*“Você poderia me dizer, por
favor, qual caminho eu devo
seguir?” “Isso depende muito de
onde você deseja chegar.”
Alice no País das Maravilhas*

*“Aos meus incentivadores Luís F. P. Gusmão
e Leonor Costa Maia. Obrigado por
compartilharem suas práticas e favorecem a
construção desse sonho.”*

AGRADECIMENTOS

- ❖ A minha Avó *Minervina Soares (in memoriam)* pelas palavras sábias nos momentos oportunos e pelo laboratório particular que se tornou sua casa após seu falecimento e aos meus pais *Perivaldo Marques* e *Maria da Conceição Marques* e irmãos *Luis Marques* e *Rosane Marques* por apoiarem minhas decisões, paciência e força. Família ah! Família!
- ❖ À Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa nos dois primeiros anos do doutoramento, todas elas convertidas em materiais de acampamento, livros, material de laboratório e cursos de estatística.
- ❖ Ao SEMA – Secretaria de Meio ambiente da Bahia, hoje INEMA pela autorização do trabalho na Unidade de Conservação.
- ❖ A UNEB – Campus VII, PPBIO semiárido e a FAPESB pelo apoio financeiro que possibilitou a execução desta pesquisa, bem como a primeira que promoveu um ambiente de suporte para a pesquisa e escrita deste trabalho.
- ❖ Ao Prof. Dr. *Luis Fernando P. Gusmão* (UEFS) pela orientação, confiança, amizade nos últimos doze anos e por ser um dos responsáveis por meu interesse na realização dessa pesquisa.
- ❖ A Prof^ª. Dr^ª *Leonor Costa Maia* (UFPE) pelo apoio, troca de experiências científicas e ajuda prestada.
- ❖ Ao M.Sc. *Bruno Vilela* (UFG) pela ajuda e apoio fundamental na realização das análises estatísticas e ao Prof. Dr. *Marcos Vital* (UFAL) pelo auxílio nas análises;
- ❖ Ao Professor M.Sc. *Glauber Brandão* (UNEB) por toda ajuda nos momentos finais dessa tese e a Profa. Esp. *Luciana Lucena* (UNEB) pelo apoio e ajuda sempre que necessitei.

- ❖ Grato imensamente aos guarda-parques do PESP: *Adão, Vilobaldo, Mel, Júnior, Geovan (in memoriam), Erivaldo, Evanaldo, Nilton* e ao gestor do Parque *Zélis* por todo apoio logístico, estrutural, pela contribuição com informações do parque e pela amizade que tornaram nossa estadia nos dias quentes e muitos frios agradabilíssimos.
- ❖ Ao Esp. *Hélio Augusto de Santana* pela confecção dos suportes utilizados na pesquisa e a Prof^a. Dr^a *Cristiana Cerqueira Santana* (UNEB) pela torcida e apoio ao longo dessa jornada.
- ❖ Ao mestrando *Edemir Barbosa dos Santos* (UNIVASF) pela imensa contribuição nas coletas dos fungos da serapilheira e folhedo aéreo, sendo minhas mãos nos momentos mais difíceis e *Clerivaldo Epifânio de Almeida* pela ajuda com os meios de cultura dos fungos anemófilos.
- ❖ Ao Dr. Gerald Bills Merck Research Laboratories, New Jersey pela colaboração com artigos sobre ecologia de fungos; O Dr. Rafael Castañeda Ruiz do INFAT, Cuba pelas consultas taxonômicas e o Dr. Timothy Y. James do Institute for Evolution, Genomics, and Systematics, Suécia pelo envio de artigos.
- ❖ A Prof^a. M.Sc. *Maria Celeste* (UNEB – VII) por disponibilizar recursos e o carro para as coletas e *Darielson Borges* pela condução até o PESP e apoio nas atividades de campo.
- ❖ À *Adriana Estrela e Gardênia Aires* (Secretárias da Pós em Botânica) por toda paciência em tirar minhas incansáveis dúvidas.
- ❖ Ao Prof. Dr. *Francisco Hilder Magalhães e Silva* (UNEB) pelo apoio e permitir a realização do Estágio Docência na disciplina Anatomia e Organografia Vegetal.
- ❖ A Prof^a. Dr^a *Marileide Dias Saba* (UNEB) pela generosidade em assumir minhas funções temporariamente para que eu pudesse concluir a tese.

- ❖ A Prof^ª. MSc. *Marta Santana* (UNEB) pela ajuda, palavras de ânimo e ao apoio exotérico.
- ❖ Aos alunos do Laboratório de Biologia Molecular e Fungos (UNEB), *Fabiana Durval, Fernando Lima, Patrícia Galvão e Noemia* pela ajuda prestada.
- ❖ Aos alunos das turmas 2007.1, 2008.1 e 2009.1 do curso de Ciências Biológicas – UNEB VII pela ajuda nas coletas no PESP.
- ❖ Aos colegas do LAMIC que mesmo eu estando distante contribuíram prontamente com meus incansáveis e-mails de pedido de ajuda e bibliografias: *Davi Augusto, Alisson Cruz, Patricia Fiuza, Loise Costa, Jorge Dias, Sheila Leão Santos, Silvana e Tasciano Isabel*.
- ❖ A *Cláudio Victor* (CPD-UNEB) pela ajuda e recuperação dos arquivos perdidos ao longo desses anos.
- ❖ Aos que estiveram presentes de alguma forma, e aos que esqueci pela agonia dos momentos finais de preparação dessa tese, meus sinceros agradecimentos!
- ❖ A todos que lutam pela Educação nesse país.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS E TABELAS

1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. LITERATURA CITADA	31
CAPÍTULO I: COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DE FUNGOS FILAMENTOSOS NA SERAPILHEIRA E FOLHEDO AÉREO EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA, NA CHAPADA DIAMANTINA, MIGUEL CALMON, BAHIA, BRASIL	38
RESUMO.....	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
REFERÊNCIAS.....	53
CAPÍTULO II: DIVERSIDADE DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM FOLHEDO TERRESTRE E FOLHEDO AÉREO NA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRASIL	58
RESUMO.....	59
INTRODUÇÃO	60
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
RESULTADOS	62
DISCUSSÃO	67
REFERÊNCIAS	70

CAPÍTULO III: FUNGOS ANEMÓFILOS NA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRASIL.....	72
RESUMO.....	73
INTRODUÇÃO	74
MATERIAL E MÉTODOS.....	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
REFERÊNCIAS.....	90
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	94
6. RESUMO	96
7. ABSTRACT.....	97

ANEXOS

Anexo 1 – Fungos filamentosos do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia: novos registros para o Brasil

Anexo 2 – Dados da Estação climatológica de Jacobina-BA (Fonte: INMET 2011)

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

- FIGURA 1.** Distribuição das zonas secas do mundo de acordo com a aridez, baseado na UNEP, em 1992 16
- FIGURA 2.** Localização geográfica do PESP, Miguel Calmon, BA.....20
- FIGURA 3.** Distribuição das trilhas e tipos vegetacionais presentes no PESP: A - Esquema das trilhas preexistentes no Parque Estadual de Sete Passagens, Miguel Calmon-BA, demonstrando a área de estudo. B – Floresta Estacional Semidecídua; C – Campo Rupestre.....22
- FIGURA 4.** Localização das parcelas do inventário micológico na Floresta Estacional Semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia.....23
- FIGURA 5.** Vista das parcelas 01 (A) a 08 (H) amostradas na Floresta Estacional Semidecídua no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, BA. Em amarelo o suporte usado para coleta dos propágulos dos fungos anemófilos24
- FIGURA 6.** Organograma ilustrado das etapas de isolamento dos fungos da serapilheira e folheto aéreo26
- FIGURA 7.** Aspectos gerais da coleta e processamento de fungos anemófilos. A – mensuração dos dados ambientais; B – Suporte usado para as placas de Petri com detalhe da exposição dos meios de cultura; C – Incubação das placas em estufa B.O.D.; D – Contagem das colônias; E – Cultura mista, obtida a partir da exposição dos meios de cultura; F - cultura pura28
- ### **CAPÍTULO I**
- FIGURA 1.** Localização das parcelas do inventário micológico na floresta estacional semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Elaboração: Rangel Batista de Carvalho (2009)42
- FIGURA 2.** Riqueza média por mês dos oito pontos amostrais na Floresta Estacional Semidecídua, PESP, Miguel Calmon, BA 44
- FIGURA 3.** Variação da riqueza observada expressa pelo Mao Tau (A) e do estimador Jackknife, não paramétrico empregado (B) para os dados de

riqueza de fungos filamentosos da serapilheira e (C) folheto aéreo no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, nos oito pontos amostrais 48

FIGURA 4. Riqueza de espécies de fungos conídias da serapilheira e folheto aéreo (observadas e estimadas) em oito pontos na Floresta Estacional Semidecídua no Parque estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Estimador Jackknife 1 indicando o desvio padrão; Mao Tau = riqueza observada.....49

FIGURA 5. Análise de agrupamento representando a similaridade de espécies de Fungos filamentosos em oito pontos na Floresta Estacional Semidecídua no PESP, Miguel Calmon, BA, usando uma matriz de presença/ausência para as espécies. Serapilheira, coeficiente de correlação cofenética $r = 0,76$. A medida utilizada foi o coeficiente de similaridade de Sorensen50

FIGURA 6. Análise de correspondência canônica entre as variáveis: temperatura, umidade e a micota dos folhedos terrestre e aéreo. Azul = serapilheira, vermelho = folheto aéreo52

FIGURA 7. Número de espécies, considerando os substratos investigados na Floresta Estacional Semidecídua no PESP, Miguel Calmon, BA,52

CAPÍTULO II

FIGURA 1. Localização das parcelas do inventário micológico na Floresta Estacional Semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Elaboração: Rangel Batista de Carvalho (2009)61

FIGURA 2. Riqueza e índice de similaridade entre as espécies encontradas no folheto terrestre e folheto aéreo no PESP, Miguel Calmon, BA.....66

CAPÍTULO III

FIGURA 1. Localização das parcelas do inventário micológico na floresta estacional semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Elaboração: Rangel Batista de Carvalho (2009)75

FIGURA 2. Diagrama de Whittaker – variação da abundância das espécies de fungos anemófilos (anamorfos) na floresta estacional semidecídua no PESP, Miguel Calmon, Bahia. Dados para o período de outubro 2009 a março/201079

FIGURA 3. Perfis de diversidade para os oito pontos amostrais na floresta estacional semidecídua no PESP, Miguel Calmon, Bahia, Brasil, usando a série de Hill. Dados para o período de outubro 2009 a março/2010.....	80
FIGURA 4. Valores médios da diversidade dos fungos anemófilos entre os quatro horários a e nas duas estações investigadas no PESP. Escalas de variação significativa da ANOVA aninhada: $p < 0,05$	81
FIGURA 5. Ordenamento dos horários investigados para fungos anemófilos na floresta estacional semidecídua no PESP, em função da composição e abundância de espécies, segundo a Análise de Coordenadas Principais (PCoA)	84
FIGURA 6. Dendrograma obtido pela UPGMA representando a similaridade (Morisita-Horn) entre os pontos amostrais, baseado na abundância dos fungos anemófilos (anamorfos) coletados na floresta estacional semidecídua, Miguel Calmon (BA). Índice de correlação cofenética (0,80).	85
FIGURA 7. Similaridade da composição de fungos anemófilos entre as estações seca e chuvosa na floresta estacional semidecídua no PESP, Miguel Calmon, BA. Em vermelho os pontos amostrais para o período seco e em azul para o período chuvoso.....	88
FIGURA 8. Análise de correspondência canônica entre as variáveis: temperatura e pluviometria e as espécies de fungos por pontos amostrais. Cada cor corresponde a um ponto amostral	89

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA 1. Características dos pontos amostrados na floresta estacional semidecídua no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, BA41

TABELA 2. Fungos filamentosos registrados associados à serapilheira e folheto aéreo no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, Brasil. Substratos: FL = Folhas, GL = Galhos e Cs = Cascas45

CAPÍTULO II

TABELA 1. Periodicidade de ocorrência dos fungos filamentosos em amostras de folheto terrestre (FT) e folheto aéreo (FA) em oitos pontos de amostragem no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, Brasil. Periodicidade de ocorrência: C = comum, O = ocasional, E = esporádico63

TABELA 2. Número de espécies e total de ocorrências dos fungos filamentosos de folhas da serapilheira e do folheto aéreo.....66

TABELA 3. Índice de Similaridade, entre os oitos pontos amostrais para fungos filamentosos do folheto terrestre (A) e folheto aéreo (B)67

CAPÍTULO III

TABELA 1. Número de unidades formadoras de colônia (UFC) de fungos anemófilos, durante estação seca e chuvosa e percentual de ocorrência da espécie77

TABELA 2. Análise de variância entre período, horas e pontos amostrais81

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os fungos estão classificados nos filos Chytridiomycota, Neocallimastigomycota, Blastocladiomycota, Glomeromycota, Entomophthoromycota; com os subfilos segregados de Zygomycota (Mucoromycotina, Zoopagomycotina e Kickxellomycotina); Microsporidia, anteriormente definido como protozoários e o subreino Dikarya representado pelos filos Ascomycota e Basidiomycota e o grupo dos fungos anamórficos. Este último grupo não possui valor taxonômico, sendo seus membros relacionados aos filos Ascomycota e Basidiomycota (Hibbett *et al.* 2007; Gryganskyi *et al.* 2012).

Os fungos estão entre os organismos mais diversos do planeta, contudo são ainda os menos conhecidos (Cannon 1997). Várias estimativas foram propostas sobre o número de fungos existentes, sendo a existência de 1,5 milhão de espécies fúngicas com base na proporção fungo/planta vascular na Inglaterra considerada conservadora (Hawksworth 1991; 2001). Novas estimativas foram propostas como a de Blackwell (2011) que sugere de 3,5 a 5,1 milhões de espécies, ressaltando aqueles ambientes pouco ou nunca explorados e o pouco uso de técnicas moleculares no estabelecimento de novas espécies. Entre as áreas pouco exploradas estão as zonas áridas do globo quase que completamente desconhecidas micologicamente.

As zonas secas ocupam 41% da superfície terrestre do planeta e abrigam 35% da população mundial (Figura 1). Entre os ecossistemas mais importantes do mundo, os das zonas secas têm recebido menos atenção científica e de desenvolvimento em proporção ao seu tamanho, sua população e sua importância para a sustentabilidade global (Mortimore 2009).

O Semiárido brasileiro compreende uma das zonas áridas do mundo com cerca de 1.142.000 km² de extensão e reúne em torno de 1.133 municípios dos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Sua população é de 26,4 milhões de habitantes, o que corresponde a 15,5% do contingente populacional brasileiro (Ab'Saber 2003; Poirier 2005, MIN 2005).

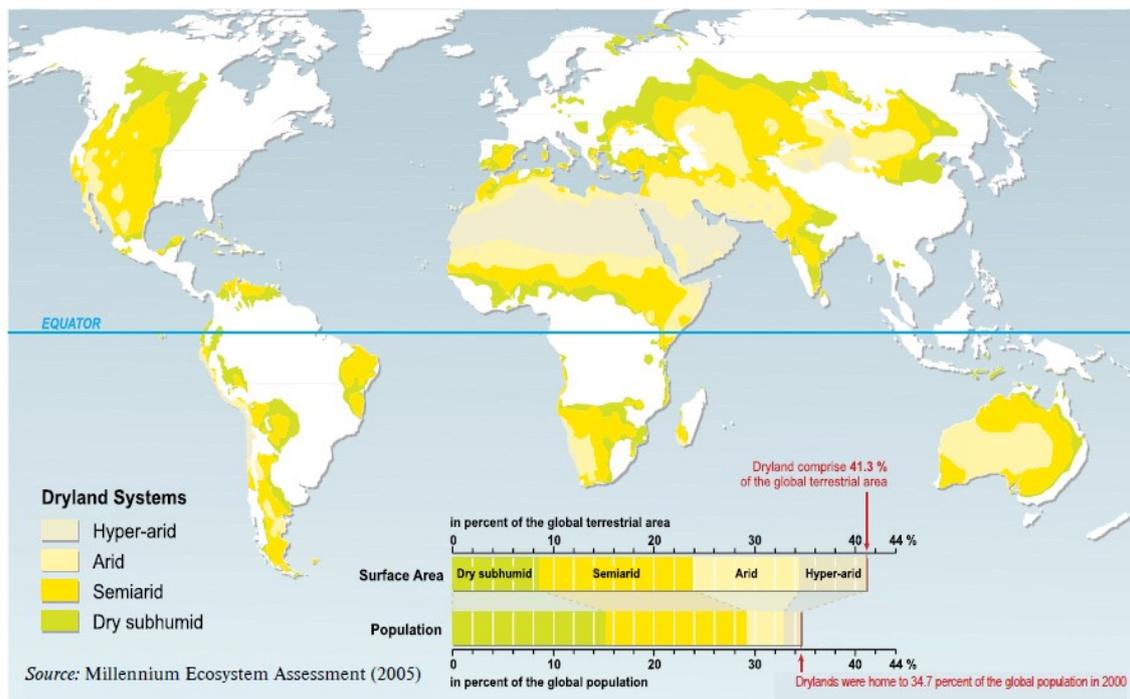


Figura 1 – Distribuição das zonas secas no mundo de acordo com aridez, baseado na United Nations Environment Programme (UNEP) em 1992 (Mortimore 2009).

A Caatinga, bioma predominante na região semiárida, é um mosaico de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas (Leal *et al.* 2005). Para Zappi (2008), na Caatinga encontram-se desde áreas de vegetação arbustiva baixa e rala até florestas impenetráveis, sendo que a vegetação caracteriza-se pela presença de espécies microfilas e decíduas, bem como apresenta espinhos, acúleos, folhas e caules suculentos, e o predomínio de ervas anuais. Contudo, o estudo e a conservação da diversidade biológica da Caatinga é um dos maiores desafios da ciência brasileira, devido à caatinga ser a grande região natural brasileira, menos estudada cientificamente, menos protegida e continua sofrendo alterações e uso desordenado dos recursos naturais, o que está ocasionando a perda de espécies, eliminação de processos ecológicos e formação de áreas desertificadas (Leal *et al.* 2003).

Inserida no semiárido brasileiro está a Chapada Diamantina, parte norte da Cadeia do Espinhaço na Bahia, que se estende de Minas Gerais à Bahia. A região é caracterizada por um complexo mosaico vegetacional destacando-se as caatingas, as florestas, o cerrado e especialmente nas

áreas mais altas, os campos rupestres (Harley 1995). Nesse ambiente, as florestas semidecíduais, especialmente as designadas de matas de planalto representam a maior área florestada, e com ocorrência entre 400-800 metros de altitude, em relevo suavemente ondulado, sobre latossolo vermelho-amarelo, de textura argilosa, com pouca matéria orgânica (Funch *et al.* 2005). Apesar de acumular pouca matéria orgânica, os restos vegetais são depositados ao longo do ano na floresta estacional semidecídua, favorecendo a dinâmica populacional dos fungos, e atuando como reservatório de espécies.

No Brasil, estudos com fungos conidiais decompositores de substratos vegetais nos diferentes ecossistemas, apesar dos recentes esforços, ainda são pontuais, bem como inexplorados em alguns ecossistemas, principalmente quando consideramos as dimensões continentais do Brasil. A maioria dos estudos engloba fungos filamentosos associados ao folheto de várias espécies, principalmente da área de Mata Atlântica (Grandi e Gusmão 2002), Caatinga (Barbosa *et al.* 2007, Marques *et al.* 2007, Castañeda-Ruiz *et al.* 2008, Cruz *et al.* 2008, Leão-Ferreira *et al.* 2008, Marques *et al.* 2008, Castañeda-Ruiz *et al.* 2009, Cruz *et al.* 2009, Leão-Ferreira e Gusmão 2010, Barbosa e Gusmão 2011, Barbosa *et al.* 2011, Cruz *et al.* 2012), Cerrado (Grandi 1985) e Amazônia (Farr 1980, Cruz *et al.* 2008, Monteiro *et al.* 2010, Castro *et al.* 2011).

A micota sapróbia registrada para a Chapada Diamantina, consta da ocorrência de 74 espécies associadas as plantas nativas em Campo rupestre (Gusmão 2004), com o registro de uma nova espécie (Gusmão e Grandi 2001) e 54 espécies (Gusmão *et al.* 2005). Inventários realizados em floresta estacional semidecídua da Chapada Diamantina, registraram 29 espécies (Gusmão *et al.* 2005) e sete novos registros (Cruz *et al.* 2007).

Para fungos anemófilos a literatura disponível no Brasil refere-se principalmente à relação de esporos fúngicos em ambientes fechados. Um enfoque mais ecológico é restrito a áreas de praias (Bernardi e Nascimento 2005; Bernardi *et al.* 2006); na cidade de Fortaleza (Menezes *et al.* 2004); grande São Paulo (Gambale *et al.* 1977, 1983). A necessidade de expansão no conhecimento de fungos anemófilos, o crescente interesse por microorganismos alergênicos e a procura de novos indicadores da qualidade

ambiental, tem despertado o interesse no estudo desses fungos, já que a sua frequência e a diversidade pode estar associada à poluição ambiental, sendo, portanto, considerados bons indicadores ambientais (Schoenlein-Cruis *et al.* 2001).

Na Bahia, florestas serranas ocorrem especialmente na Chapada Diamantina, sendo as menos estudadas da região e vem sendo devastadas, para retirada de madeira e implemento de agricultura e pecuária (Funch *et al.* 2005). Dessa forma, inventários e estudos ecológicos em serapilheira e folheto aéreo colonizados por fungos filamentosos em áreas como essas auxiliarão no conhecimento desses espaços.

No presente estudo o objetivo foi avaliar a ocorrência e distribuição de fungos filamentosos participantes do processo de decomposição e anemófilos em oitos pontos distintos na área de floresta estacional semidecídua no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, BA. Foram levantadas as seguintes hipóteses: (1) existe uma variação temporal e espacial entre os fungos filamentosos da serapilheira e do folheto aéreo; (2) a comunidade de fungos do folheto terrestre é mais diversa do que o folheto aéreo; (3) os esporos dos fungos anemófilos apresentam variação na concentração em relação ao horário do dia e das estações climáticas, bem como há interações destes com os fatores abióticos.

Para testar as hipóteses foram realizadas pesquisas, envolvendo diversas análises, na qual encontram-se em três capítulos na tese de doutorado, com a finalidade de facilitar a apresentação dos resultados obtidos:

Capítulo I – Composição e distribuição de espécies de fungos filamentosos na serapilheira e folheto aéreo em floresta estacional semidecídua, na Chapada Diamantina, Miguel Calmon, Bahia, Brasil

O capítulo inicial apresenta uma comparação entre as espécies de fungos filamentosos associada à serapilheira e ao folheto aéreo. É apresentada neste capítulo a riqueza média dos fungos, composição de espécies entre os substratos investigados (serapilheira e folheto aéreo), similaridade entre os pontos amostrais representados através de análise de

agrupamento, análise canônica entre variáveis ambientais e a distribuição das espécies por substratos presentes na serapilheira.

Capítulo II – Diversidade de fungos filamentosos em folheto terrestre e folheto aéreo na Chapada Diamantina, Miguel Calmon, Bahia, Brasil

Este capítulo apresenta os resultados do experimento montado em oito pontos na área de Floresta Estacional Semidecídua no PESP, onde foi comparada a comunidade fúngica do folheto terrestre e do folheto aéreo. Nesse estudo, é discutida a ocorrência de espécies, periodicidade de ocorrência, diversidade de Shannon e similaridade de Sorensen entre os substratos e entre pontos de amostragem.

Capítulo III – Fungos anemófilos na Chapada Diamantina, Miguel Calmon, Brasil

Neste capítulo foi analisado a micota anemófila em duas estações (seca e chuvosa), e em quatro horários, sendo verificadas relações com alguns parâmetros ambientais. São apresentadas a abundância das espécies por estação, percentual de ocorrência, diversidade, relação da diversidade com as variáveis ambientais, análise de agrupamento entre os pontos amostrais e análise de coordenadas principais entre variáveis ambientais e as espécies por ponto amostral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Nordeste brasileiro, em área de Floresta Estacional Semidecídua, localizada no Estado da Bahia ao norte da Chapada Diamantina, semiárido baiano, a 368 km de Salvador, no Parque Estadual das Sete Passagens (PESP), município de Miguel Calmon, entre as coordenadas $40^{\circ}32'20,3''$ longitude e $11^{\circ}23'25,6''$ latitude (Figura 2). O PESP foi criado pelo decreto nº 7808 de 24 de maio de 2000 e publicado no Diário Oficial do Estado em 25/05/2000 delimitando a área do parque de aproximadamente 2.821 ha (BAHIA 2000).

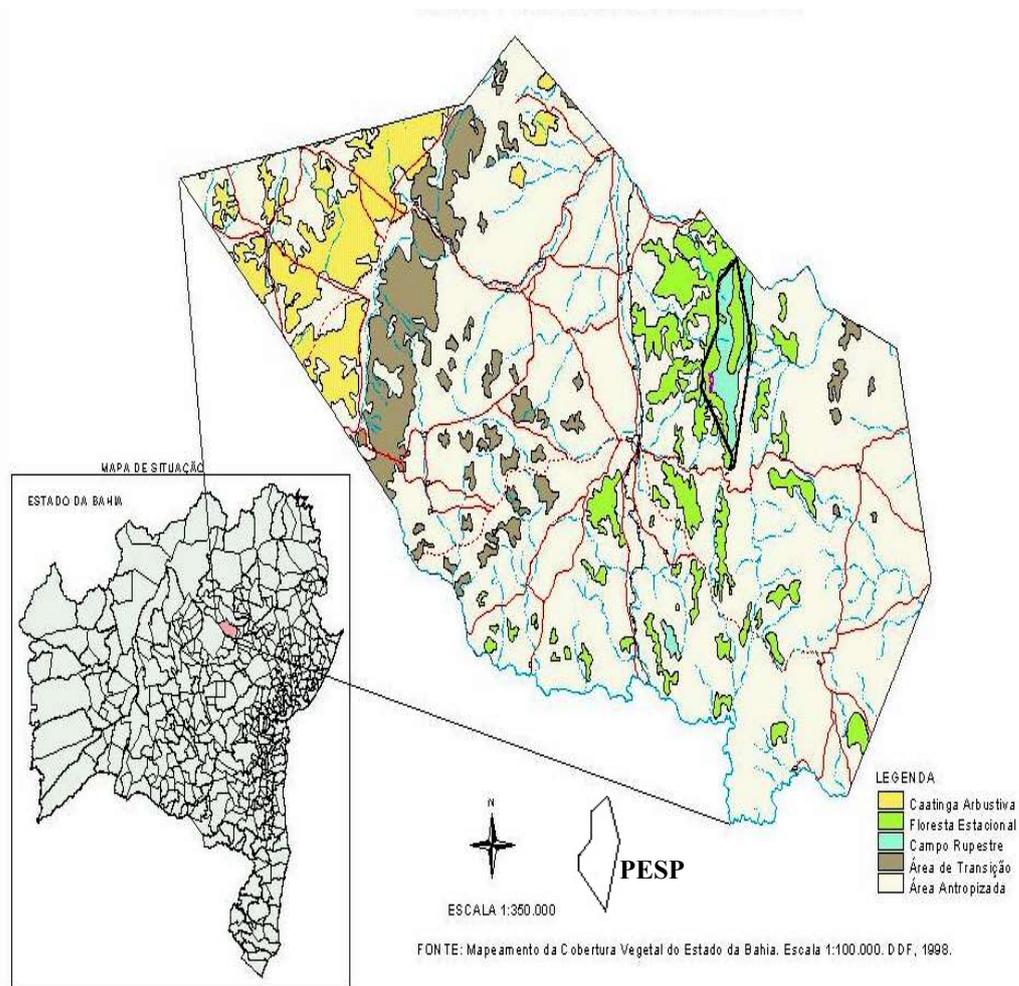


Figura 2 - Localização geográfica do PESP, Miguel Calmon – BA (SEMARH, 2006).

O decreto foi elaborado considerando a importância de se preservar os recursos hídricos das áreas das Serras do Campo Limpo, da Sapucaia, e da Jaqueira, aos quais integram o parque localizado no polígono das secas, bem

como a necessidade de proteção das nascentes que suprem o Rio Itapicuru Mirim, de grande relevância para a Bacia do Rio Itapicuru, garantindo o abastecimento d'água para a população local e para as atividades agropecuárias (BRASIL 2000).

A área de estudo situada no Parque Estadual das Sete Passagens apresenta várias trilhas preexistentes (Figura 3A), que percorrem as serras verdejantes, com vegetações de floresta estacional semidecídua (Figura 3B) sobre solo estruturado e campo rupestre (Figura 3C) sobre afloramentos de quartzito como predominantes, entrecortadas por vales e possui uma rica fauna e flora (Bastos e Yano 2006, 2008, 2009; Macêdo 2008; SEMARH 2006, Macêdo e Drummond 2010, Xavier e Napoli 2011, sendo também berço de nascentes de importantes bacias da Bahia, como a Bacia do Salitre e do Paraguaçu. O PESP apresenta dois tipos climáticos: o tipo climático Cwb (clima tropical de altitude com verão brando), nas áreas acima de 1000m, temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C, onde está situada a área de estudo. Já o tipo Cwa (tropical de altitude com verão quente, presente nas áreas entre 800 -1000m, temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e mês mais quente superior a 22°C (Macêdo e Drummond 2010). Os índices pluviométricos são inferiores a 800 mm anuais.



Figura 3 - Distribuição das trilhas e tipos vegetacionais presentes no PESP: A - Esquema das trilhas preexistentes no Parque Estadual de Sete Passagens, Miguel Calmon-BA, demonstrando a área de estudo. B – Floresta Estacional Semidecídua; C – Campo Rupestre.

A área encontra-se bem preservada, apesar de alguns trechos do parque terem sofrido com a ação antrópica, principalmente atividades de agropecuária e garimpagem, e ainda hoje sofrerem com queimadas e coleta indevida de plantas (Macêdo 2008), porém ainda existem áreas com matas intocadas.

O Parque recebeu o reconhecimento, em 2003, como Unidade de Conservação Modelo, na região do Piemonte da Chapada, por ter cumprido os objetivos de conservação dos recursos naturais, aliados a práticas ecoturísticas monitoradas (BAHIA 2003).

2.2. AMOSTRAGEM DA ÁREA

Foram realizadas coletas mensais de out/2009 a set/2010 no fragmento selecionado de floresta estacional semidecídua do PESP,

conforme autorizações, onde foi amostrada uma área de 800 m², divididos em oito parcelas de 10 × 10 m, sorteadas a partir da subdivisão da área em 32 parcelas eqüidistantes no mínimo 10 m, determinados por GPS (Figura 4). Para verificar a ocorrência, freqüência de indivíduos, riqueza e composição da comunidade de fungos filamentosos da serapilheira, folhede aéreo e fungos filamentosos anemófilos, as parcelas foram dispostas aleatoriamente em áreas com diversas situações de coberturas vegetais na floresta estacional semidecídua no PESP (Figura 5).

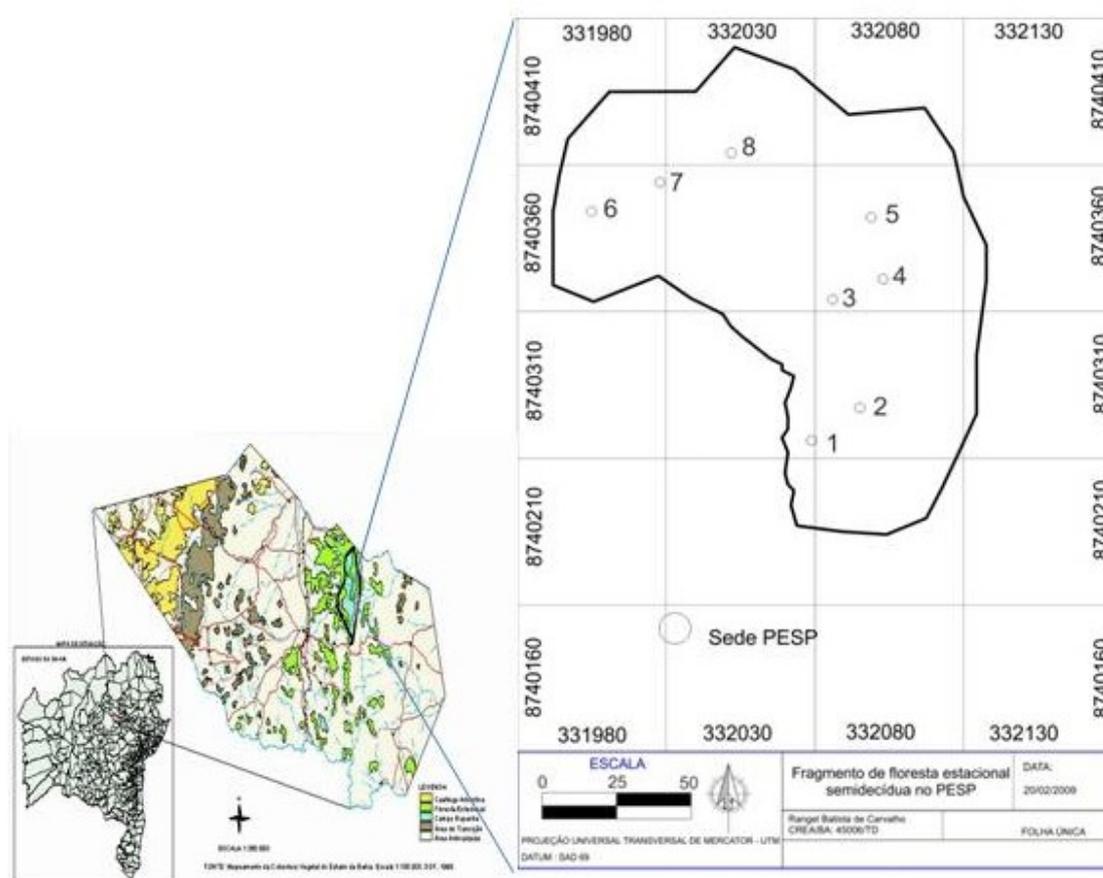


Figura 4 - Localização das parcelas do inventário micológico na Floresta Estacional Semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Elaboração: Rangel Batista de Carvalho (2009).

As parcelas amostradas tiveram registrados os seguintes parâmetros: temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

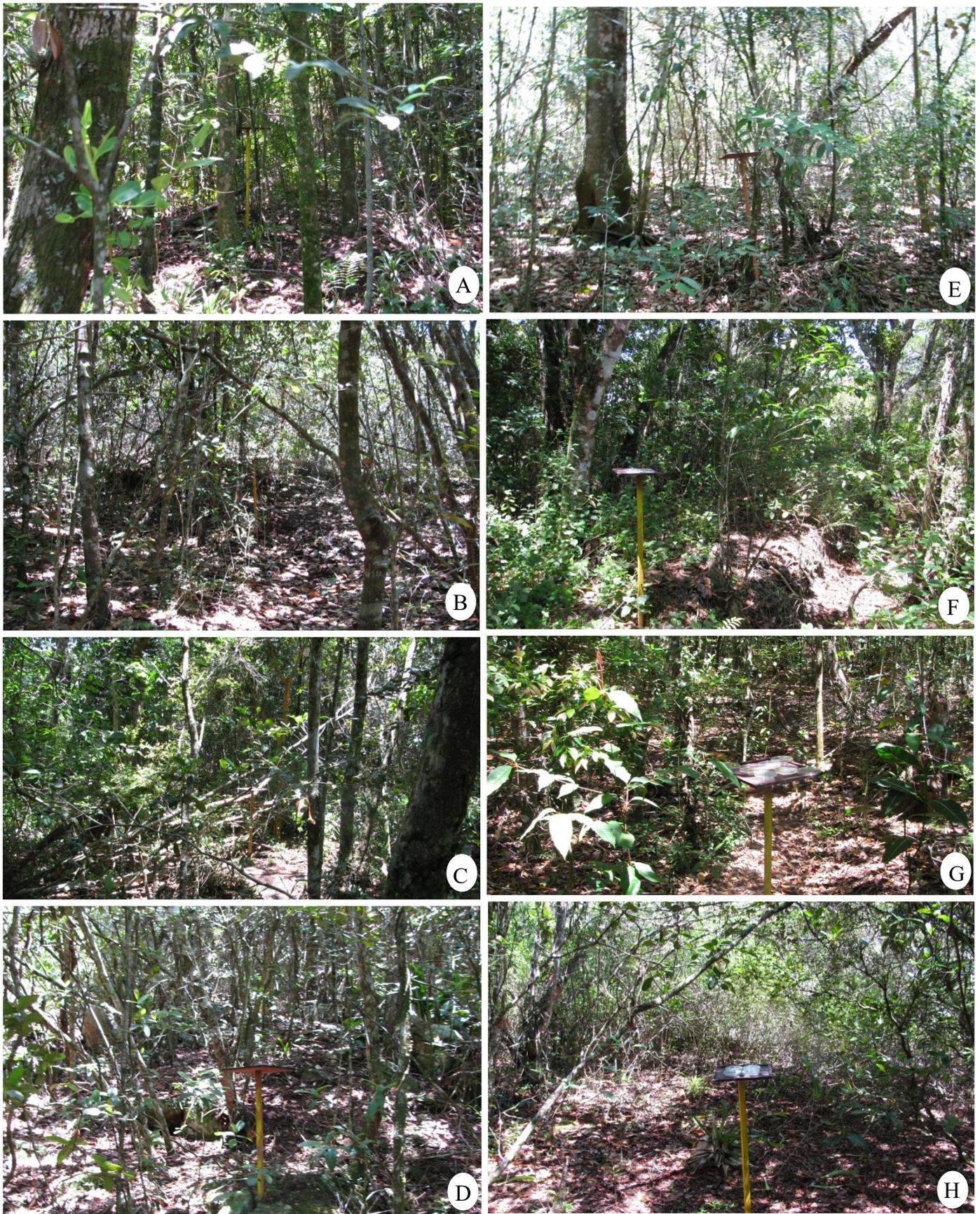


Figura 5 – Vista das parcelas 01 (A) a 08 (H) amostradas na Floresta Estacional Semidecídua no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, BA. Em amarelo o suporte usado para coleta dos propágulos dos fungos anemófilos.

2.3.1. Fungos filamentosos da serapilheira e folheto aéreo

As amostras compostas de material vegetal da serapilheira foram de dois tipos: foliícolas (folhas e pecíolos) e lignícolas (galhos e cascas) (Figura 6A). Para o folheto aéreo foram coletados cinco folhas em cada área (Figura 6B) recolhidas em cada parcela delimitada na área de estudo em sacos de papel do tipo Kraft, previamente identificadas e transportadas ao Laboratório de Biologia Molecular e Fungos da UNEB - Campus VII, Senhor do Bonfim, BA e processadas segundo a técnica descrita por Castañeda-Ruiz (2005), com modificações. Os materiais foram submetidos a um fluxo d'água (Figuras 6C e D), mantida constante por uma hora, em escurredores tipo doméstico depositados sobre bandejas plásticas (50 x 30 x 9 cm), que eram mantidas inclinadas cerca de 45°, de modo que o jato d'água não incidisse diretamente sobre as amostras e a água da lavagem pudesse ser eliminada. Após esse processo os restos vegetais foram colocados sobre papel toalha (Figuras 6E e F) por cerca de 20 minutos, para secagem, sendo posteriormente acondicionados em câmaras-úmidas (placa de Petri + papel filtro) (Figuras 6G e H). Estas foram colocadas em uma caixa de isopor (170 L), cujas paredes e tampa estavam recobertas por papel toalha umedecido. Para manutenção da umidade foi adicionado 500 mL de água com algumas gotas de glicerina. Periodicamente a caixa era aberta por cerca de 15 minutos para circulação do ar. Após 72 horas o material incubado foi observado em estereomicroscópio (Figura 6I) e revisado periodicamente, durante 30 dias para isolamento dos fungos filamentosos. Estes foram isolados com auxílio de agulhas finas e colocados em meio de montagem permanente (resina PVL: álcool polivinílico + lactofenol) (Trappe e Schenck, 1982), sendo as lâminas analisadas em microscópio (Figura 6I). A identificação dos fungos foi efetuada utilizando-se a bibliografia básica e especializada. Fotomicrografias foram realizadas para os novos registros (Figura 6K). Os materiais foram acondicionados em laminários (Figura 6L) e depositados no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS) e duplicatas no Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB).



Figura 6 – Organograma ilustrado das etapas de isolamento dos fungos da serapilheira e folheto aéreo.

2.3.2. Fungos anemófilos

As coletas dos propágulos do ar foram realizadas nas oito parcelas delimitadas na floresta estacional semidecídua. A cada expedição realizada mensalmente, durante 6 meses, as amostragens foram realizadas nos horários da 8h, 12h, 16h e 20h. As amostragens das parcelas foram feitas através da exposição de placas com meio de cultura, durante 10 minutos acondicionados em suportes de madeira localizados ao centro das parcelas delimitadas (Figuras 7A e B). Foram expostas quatro placas com meios distintos por parcela: Ágar Extrato de Malte (MEA), Sabouraud, CMA (Agar milho-cenoura) e Ágar Dichloran glicerol-18 (DG18) para fungos mesófilos e xerofílicos, respectivamente (Chao *et al.* 2002) (Figura 6B).

As placas obtidas nas coletas foram incubados em estufa B.O.D. (CIENTEC) a uma temperatura 25°C por um período de quatro dias (Figura 7C). Transcorrido esse prazo, as colônias foram analisadas e determinado o número de unidades formadoras de colônia (UFC) por placa (Figura 7D) (Bernardi *et al.* 2006). Fragmentos fúngicas previamente isoladas em culturas mistas (Figura 7E) foram transferidas para placas contendo meios de cultura correspondentes para obtenção de colônias puras (Figura 7F).

As identificações foram feitas através de observações macromorfológicas (pigmentação, textura, consistência e forma do verso e reverso das colônias desenvolvidas) e micromorfológicas através de técnicas de microcultivo onde foram visualizadas em microscópio óptico as estruturas fúngicas de reprodução, hifas vegetativas, conídios e outras estruturas e quando necessário corados com azul de metileno. Os fungos não esporulantes foram classificados como Fungos não esporulados. A identificação foi efetuada utilizando a bibliografia básica e especializada.



Figura 7 - Aspectos gerais da coleta e processamento de fungos anemófilos. A – mensuração dos dados ambientais; B – Suporte usado para as placas de Petri com detalhe da exposição dos meios de cultura; C – Incubação das placas em estufa B.O.D.; D – Contagem das colônias; E – Cultura mista, obtida a partir da exposição dos meios de cultura; F - cultura pura.

2.4 PARÂMETROS AMBIENTAIS

Foram mensurados os fatores abióticos: temperatura ambiente e umidade relativa do ar em cada ponto de coleta utilizando o aparelho multiparâmetros ambientais (Digital Environment Multimeter – YH2061) e registradas em planilhas.

Os dados de temperatura da Estação meteorológica de Jacobina foram utilizados a fim de comparar a variação desse parâmetro ao longo dos últimos dez anos, sendo estes fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Anexo). Foram também utilizados os dados de temperatura diária mensurados na sede do Parque pelos guardas-parque e registrados em planilhas próprias.

2.5 ANÁLISE DE DADOS

As espécies de fungos que apresentavam as estruturas reprodutivas passíveis de identificação nos fragmentos vegetais incubados foram registados como presente ou ausente para cada fragmento vegetal da serrapilheira ou folheto aéreo.

A cada capítulo da tese foi utilizado um conjunto de análises estatísticas que subsidiaram as análises de dados. No capítulo I foram estimadas a suficiência amostral utilizando indicadores de riqueza, análise de agrupamento entre as unidades amostrais, procedeu-se com análise de correlação canônica (CCA) entre a comunidade de fungos da serrapilheira e folheto aéreo.

No capítulo II foram mensurados a ocorrência das espécies de fungos e o percentual de ocorrência, a periodicidade de ocorrência, a diversidade de espécies fúngicas usando o índice de Shannon-Wiener's e o índice de similaridade de Sorensen (S). No capítulo III foi realizado o perfil de diversidade (série de Hill) dos pontos amostrais, a diversidade em cada horário usando o índice de Shannon-Wiener's, distribuição de abundância aplicando curva de Whittaker, análise de agrupamento evidenciando os padrões de similaridade entre os pontos amostrais. Foram também aplicados ANOVA hierárquica (aninhada) para determinação das variáveis

significativas, bem como uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para investigar a relação entre a composição e abundância das espécies com a estação seca e chuvosa.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando os software PAST (Hammer *et al.* 2001) e Programa Statistica 8.0®.

3. LITERATURA CITADA

AB'SABER, A. N. 2003. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. São Paulo, Ateliê Editorial.

BAHIA. 2000. **Decreto Nº 7.808 de 24 de maio de 2000**. D.O.E. em 25.05.2000 Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária.

BAHIA. 2003. **Agendas Ambientais**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH.

BASTOS, C. J. P.; YANO, O. 2006. Lejeuneaceae holostipas (Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. **Acta bot. bras.** **20**(3): 687-700.

BASTOS, C. J. P.; YANO, O. 2008. O gênero *Ceratolejeunea* Jack & Steph. (Lejeuneaceae, Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea** **35**(1): 69-74.

BASTOS, C. J. P.; YANO, O. 2009. O gênero *Lejeunea* Libert (Lejeuneaceae) no Estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea** **36**(2): 303-320.

BARBOSA, FR, GUSMÃO, LFP. 2011. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. Rare freshwater hyphomycetes and other new records. **Mycosphere** **2**: 475–485.

BARBOSA, FR, GUSMÃO, LFP, CASTAÑEDA-RUIZ, RF, MARQUES, MFO, MAIA, LC. 2007. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species *Deightoniella rugosa* & *Diplocladiella cornitumida* with new records for the neotropics. **Mycotaxon** **102**: 39–49.

BARBOSA, FR, SILVA, SS, FIUZA, PO, GUSMÃO, LFP. 2011. Conidial fungi from a semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species and records for *Thozetella*. **Mycotaxon 115**: 327–334.

BERNARDI, E.; NASCIMENTO, J.S. 2005. Fungos anemófilos na praia do laranjal, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Arq. Inst. Biol., São Paulo, 72(1)**: 93-97.

BERNARDI, E., COSTA, E.L. GUIMARÃES & NASCIMENTO, J.S. 2006. Fungos anemófilos e suas relações com fatores abióticos, na praia do Laranjal, Pelotas, RS. **Revista de Biologia e Ciências da terra 6(1)**: 91-96.

BLACKWELL, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? **American Journal of Botany 98**: 426-438.

CANNON, P.F. 1997. Strategies for rapid assessment of fungal diversity. **Biodiversity and Conservation 6**: 669-680.

CASTANEDA-RUIZ, R.F. 2005. Metodología em el estudio de los hongos anamorfos. In: **Anais do V Congresso Latino Americano de Micología**. Brasilia. p. 182-183.

CASTANEDA-RUIZ, RF, GUSMÃO, LFP, GUARRO, J, STCHIGEL, AM, STADLER, M, SAIKAWA, M, LEAO-FERREIRA, SM. 2008. Two new anamorphic fungi from Brazil: *Dictyochaetopsis polysetosa* and *Myrothecium compactum*. **Mycotaxon 103**: 1–8.

CASTANEDA-RUIZ, RF, GUSMÃO, LFP, MORAES, VO, LEÃO-FERREIRA, SM, SAIKAWA, M, MINTER, DW, STADLER, M. 2009. Two setose anamorphic fungi: *Ampullicephala* gen. nov. and *Venustosynnema grandiae* sp. nov. **Mycotaxon 109**: 288.

CASTRO, C.C., GUTIÉRREZ, A.H., SOTÃO, H.M.P. 2011. Novos registros de fungos anamorfos (hifomicetos) para Neotrópico e América do Sul. **Revista Brasileira de Botânica 34(4):** 515-521.

CHAO, H. J., SCHWARTZ, J., MILTON, D. K. & BURGE, H. A. 2002. Populations and Determinants of Airborne Fungi in Large Office Buildings. **Environmental Health Perspectives 110(8):** 777-782.

CRUZ, ACR, MARQUES, MFO, GUSMÃO, LFP. 2007. Fungos anamórficos (Hyphomycetes) da Chapada Diamantina: novos registros para o Estado da Bahia e Brasil. **Acta Botanica Brasilica 21(4):** 847-855.

CRUZ, ACR, LEAO-FERREIRA, SM, BARBOSA, FR, GUSMÃO, LFP. 2008. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New and interesting Dictyochaeta species. **Mycotaxon 106:** 15–27.

CRUZ, ACR, ISABEL, TSS, LEÃO-FERREIRA, SM, GUSMÃO, LFP. 2009. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species and new records of *Helicosporium*. **Mycotaxon 110:** 53-64.

CRUZ, ACR ; GUSMÃO, LFP, CASTANEDA-RUIZ, RF, STADLER, M, MINTER, DW. 2012. *Zelodactylaria*, an interesting new genus from semi-arid northeast Brazil. **Mycotaxon 119:** 241–248.

CRUZ, ACR., GUTIÉRREZ, A.H., GUSMÃO, L.F.P. 2008. O gênero *Exserticlava* (Fungo Anamorfo – Hyphomycetes) no Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 31(2):** 357-361.

FARR, ML. 1980. A new species of *Cryptophiale* from Amazonas. **Mycotaxon 11:** 177–181.

FUNCH, LS, FUNCH, RR, GIULIETTI, AM,, QUEIROZ, LP, MELO, E, SANTOS, T, HARLEY, R, FRANÇA, F., GONÇALVES, CN. 2005. Florestas Estacionais semidecíduas. In: **Biodiversidade e Conservação da Chapada**

Diamantina. Flora Acuna, Junca, Ligia Funch e Washington Rocha; organizadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

GAMBALE, W. PURCHIO, A.. GROCE, J. 1977. Flora fúngica anemófila da grande São Paulo. **Rev. Microbiol.** **8(3)**: 74-79.

GAMBALE, W. PURCHIO, A. PAULA, C. R. 1983. Influência dos fatores abióticos na dispersão aérea de fungos na cidade de São Paulo, Brasil. **Rev. Microbiol.** **14(3)**: 204-214.

GRANDI, R.A.P. 1985. Hyphomycetes do Estado de São Paulo. 1. Espécies do Cerrado da Reserva Biológica Mogi-guaçu. **Rickia** **12**: 125-145.

GRANDI, R.A.P.; GUSMÃO, L.F.P. 2002. Hyphomycetes decompositores do folheto de *Tibouchina pulchra* Cogn. **Revista Brasileira de Botânica** **25(1)**: 79-87.

GUSMAO, L.F.P. 2004. Microfungos associados a folhas em decomposição de plantas nativas de Campos Rupestres do estado da Bahia, Brasil. Universidade de São Paulo. São Paulo, Tese de Doutorado.

GUSMAO, L.F.P.; GRANDI, R.A.P. 2001. A new species *Neojohnstonia* from Brazil. **Mycotaxon** **80**: 97-100.

GUSMÃO, L.F.P., GÓES-NETO, A. & CRUZ, A.C.R. 2005. Fungos. *In* **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina** (F.A Juncá, L. Funch & W. Rocha orgs.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.225-240.

GRYGANSKYI, A. P., R. A. HUMBER , M E. SMITH , J. MIADLIKOWSKA, S. WU, K. VOIGT , G. WALTHER , I. M. ANISHCHENKO, R. VILGALYS., 2012. Molecular phylogeny of the Entomophthoromycota. **Molecular Phylogenetics and Evolution** **65**: 682–694.

HAMMER, Ø.; HARPER, DAT, RYAN, PD. 2008. Past Palaeontological Statistics, ver. 1.12. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>.

HARLEY, RM. 1995. Introduction. In: B.L. Stannard (ed.). Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia. pp. 1-40. Royal Botanic Gardens, Kew.

HIBBETT, D., BINDER, M., BISCHOFF, J.F. *et. al.* 2007. A higher-level phylogenetic classification of the fungi. **Mycological Research** **111**: 509-547.

HAWKSWORTH D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. **Mycological Research** **95**: 641–655.

HAWKSWORTH D.L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. **Mycological Research** **105**: 1422–1432.

LEAL, IR, TABARELLI, M, SILVA, JMC da. 2003. Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio. In: **Ecologia e conservação da caatinga**. editores Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli, José Maria Cardoso da Silva; Recife : Ed. Universitária da UFPE, 2003.

LEAL, IR, SILVA, JMC, TABARELLI, M, LACHER-JR, TE. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade** **1**: 139-146.

LEÃO-FERREIRA, SM, GUSMÃO, LFP. 2010. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species of *Endophragmiella*, *Spegazzinia* and new records for Brazil, south America and Neotropica. **Mycotaxon** **111**: 1–10.

LEAO-FERREIRA, SM, CRUZ, ACR, CASTANEDA-RUIZ, RF, GUSMÃO, LFP. 2008. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Brachysporiellina fecunda* sp. nov. and some new records for Neotropica. **Mycotaxon** **104**: 309 –312.

MACÊDO, J.A.C. 2008. **Avaliação da gestão participativa dos Parques Estaduais da Bahia.** (Dissertação - Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Brasília, centro de Desenvolvimento Sustentável, UNB.

MACÊDO, J.A.C. DRUMMOND, J. A. 2010. Os Parques Estaduais da Bahia: uma avaliação da sua gestão participativa. **AGIRÁS. Revista AGIR de Ambiente e sustentabilidades 2(3):** 85-100.

MARQUES, MFOM, BARBOSA, FR, GUSMÃO, LFP, CASTAÑEDA-RUIZ, RF, MAIA, LC. 2007. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Cubasina microspora* sp. nov., a note on *C. albofusca*, and some new records for South America. **Mycotaxon 102:** 17–23.

MARQUES, MFO, CRUZ, ACR, BARBOSA, FF, GUSMÃO, LFP. 2008. *Cryptophiale* and *Cryptophialoidea* (Conidial fungi) from Brazil and Keys to the genera. **Revista Brasileira de Botânica 31:** 339–344.

MENEZES, E.A., TRINDADE, E.C.P., COSTA, M.F., FREIRE, C.C.F., CAVALCANTE, M.S., CUNHA, F.A. 2004, Airborne fungi isolated from Fortaleza city, State of Ceará, Brazil. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo 46(3):** 133-137.

MIN – Ministério da Integração Nacional. 2005. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro.** Brasília. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional.

MONTEIRO, J.S., GUTIÉRREZ, A.H., SOTÃO, H.M.P. 2010. Fungos Anamorfos (Hyphomycetes) da Floresta Nacional de Caxiuaña, Pará, Brasil. Novos registros para o Neotrópico. **Acta Botanica Brasilica 24(3):** 868-870.

MORTIMORE, M. 2009. **Dryland Opportunities: A new paradigm for people, ecosystems and development.** IUCN.

POIRIER, MP. 2005. **O semi-árido brasileiro e a segurança alimentar e nutricional de crianças e adolescentes.** UNICEF.

SCHOENLEIN-CRUIS, I.H.; TRUFEM, S.F.B; GRANDI, R.A.P.; MILANEZ, A.I. & PIRES-ZOCATTELLI, C.L.A. 2001. Airborne fungi in the region of Cubatão, São Paulo State, Brazil. **Braz. J. Microbiol.** **32**: 61-65.

SEMARH. 2006. **Relatório técnico anual: Parque Estadual das Sete Passagens.** Miguel Calmon.

TRAPPE, J.M. & SCHENCK, N.C. 1982. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae. Pp. 1-9. *In* **Methods and Principles of Mycorrhizal Research** (N. C. SCHENCK, ed.). St. Paul, The American Phytopathological Society.

XAVIER, A. L.; NAPOLLI, M. F. 2011. Contribution of environmental variables to anuran community structure in the Caatinga Domain of Brazil. **Phyllomedusa** **10(1)**: 45-64.

ZAPPI, D. 2008. Fitofisionomia da Caatinga associada à Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade** **1**: 34-38.

CAPÍTULO 1

**COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DE
FUNGOS FILAMENTOSOS NA SERAPILHEIRA E FOLHEDO
AÉREO EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA, NA
CHAPADA DIAMANTINA, MIGUEL CALMON, BAHIA,
BRASIL***

MARQUES MFO^{1*} E GUSMÃO LFP²

¹ Professor Auxiliar. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus VII, Laboratório de Biologia Molecular e Fungos, Rodovia Lomanto Jr, Br 407, Km 127, 48970-000, Senhor do Bonfim, BA, Brasil

² Professor Titular. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil

*Artigo a ser submetido para publicação na Ecological Reearch

Composição e distribuição de espécies de fungos filamentosos na serapilheira e folheto aéreo em floresta estacional semidecídua, na Chapada Diamantina, Miguel Calmon, Bahia, Brasil

Marcos Marques^{1,*}, Luis Gusmão²

¹ Professor Auxiliar. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus VII, Laboratório de Biologia Molecular e Fungos, Rodovia Lomanto Jr, Br 407, Km 127, 48970-000, Senhor do Bonfim, BA, Brasil

² Professor Titular. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil

Resumo

O presente trabalho apresenta informações sobre a composição de espécies, riqueza e similaridade entre os pontos amostrais para os fungos filamentosos da serapilheira e folheto aéreo na floresta estacional semidecídua no Parque Estadual das Sete Passagens (PESP). Em coletas mensais realizadas de outubro/2009 à setembro/2010, em que foram recolhidas amostras da serapilheira (folha, galho e casca) e amostras do folheto aéreo nas oito parcelas delimitadas na área de estudo. A riqueza total foi de 95 táxons, sendo 62 associados à serapilheira e 55 ao folheto aéreo. A estimativa de riqueza de espécies (Jackknife) para serapilheira e folheto aéreo dos pontos amostrais mostrou-se próxima da observada (Mao Tao). A análise de agrupamento (UPGMA) sugere que existe variação entre os pontos amostrais e na composição de espécies para ambos os ambientes investigados (terrestre e aéreo). Para serapilheira, o substrato mais colonizado foram as folhas (39%), seguido de galhos (19%) e cascas (13%). Os resultados evidenciam a importância da heterogeneidade do material vegetal que compõem a serapilheira e o folheto aéreo e, estes influenciam na colonização dos fungos filamentosos registrados na floresta estacional na Chapada Diamantina.

Palavras-chave: colonização fúngica, diversidade, micota

INTRODUÇÃO

O reino dos fungos é megadiverso, com uma variedade de funções ecológicas vitais e uma grande relação com uma gama de organismos. Estes são os principais decompositores da matéria orgânica morta e contribuem significativamente na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas naturais e modificados (Gadd, 2004). Várias estimativas foram propostas sobre o número de fungos existentes, sugerem-se de 3,5 a 5,1 milhões de espécies, ressaltando aqueles ambientes pouco ou nunca explorados e o pouco uso de técnicas moleculares no estabelecimento de novas espécies (Blackwell 2011)

Estudos ecológicos sobre fungos conidiais tem se concentrado principalmente sobre sucessão fúngica em folhas de espécies vegetais em regiões tropicais e temperadas (Hering, 1965; Hogg & Hudson, 1966; Mitchell & Millar, 1978; Frankland, 1981; Frankland, 1998; Yanna et al., 2002; Tang et al., 2005; Paulus et al., 2006a; Duong et al., 2008; Kodsueb et al., 2008; Surekha et al., 2011) e sobre diversidade de fungos em serapilheira associado a diversos fatores, entre eles condições ambientais e variação de substratos (Gamundi et al., 1988; Heredia, 1993; Bills & Polishook, 1994; Polishook et al., 1996; Lodges, 1997; Hyde & Alias, 2000; Piontelli & Toro, 2001; Parungao et al., 2002; Ananda & Sridhar, 2004; Piontelli et al., 2004; Rambelli et al., 2004; Wang et al., 2008; Osono, 2011; Muthukrishnan et al., 2012) o que tem revelado uma grande riqueza desses organismos. Contudo, o conhecimento da ecologia de microfungos colonizando nichos e microhabitats particulares é restrito, principalmente em regiões sujeitas a variações climáticas extremas (Cannon & Sutton, 2004).

Os trabalhos com fungos filamentosos decompositores registrados para a Chapada Diamantina, Brasil são de cunho taxonômico, onde apresentando descrições e listagens das espécies. Estudos ecológicos com fungos filamentosos da serapilheira no Brasil abordaram principalmente o processo de sucessão, com destaque para: Maia (1983), Schoenlein-Crusius & Tauk (1991), Schoenlein-Crusius & Milanez (1989, 1998) e Schoenlein-Crusius et al. (1990, 1992, 1999). Entre os estudos recentes, porém ainda escassos, tem-se enfatizado a riqueza de espécies de fungos associados ao folheto de algumas espécies de plantas (Barbosa et al., 2009; Magalhães et al., 2011) e da serapilheira (Marques et al., 2008).

Estudos sobre composição e distribuição tornam-se importantes para compreensão dos mecanismos das comunidades fúngicas, principalmente em regiões tropicais, onde o conhecimento de comunidades de fungos conidiais associados a diferentes microhabitats em áreas florestais ainda é bastante limitado. O objetivo do presente estudo foi avaliar a diversidade de fungos sapróbios em oito pontos amostrais em floresta estacional Semidecídua na Bahia, Brasil, a fim de investigar padrões de composição de espécies, variação temporal e diversidade das comunidades de fungos conidiais associados a serapilheira e folheto aéreo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A Chapada Diamantina, inserida no semiárido nordestino, situa-se no setor norte da Cadeia do Espinhaço, maciço montanhoso que se estende desde a serra de Ouro Branco no estado de Minas Gerais até a Serra de Jacobina no estado da Bahia. É caracterizada por uma flora rica em espécies endêmicas e com famílias e gêneros característicos, sendo alguns quase que exclusivos destas áreas (Harley, 1995). As florestas estacionais semidecíduas se encontram distribuídas pela Chapada Diamantina, e algumas já foram totalmente desmatadas, e as menos estudadas da região (Harley 1995; Funch *et al.* 2005).

O Parque Estadual das Sete Passagens (PESP) localiza-se entre as coordenadas 40°32'20,3" e 11°23'25,6", município de Miguel Calmon, Bahia, na porção norte da Chapada Diamantina é uma área rica em recursos hídricos, fauna e flora (Bastos & Yano 2006, 2008, 2009; Alvez & Accioly 2009; Macêdo & Drummond 2010; Xavier & Napoli 2011). Na área do PESP encontram-se vários fragmentos de floresta estacional semidecídua. A área de estudo apresenta vegetações de floresta estacional semidecídua e campo rupestre e tem tipo climático Cwb, temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C (Macêdo & Drummond, 2010). Os índices pluviométricos são inferiores a 800 mm anuais.

Tabela 1. Características das parcelas amostradas na floresta estacional semidecídua no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, BA

Ponto	Descrição
1	Árvores com cerca de 10m de altura, composição florística com predominância de espécimes de Clusiaceae, serapilheira com profundidade de 20 cm, proximidade com córrego, interior da floresta.
2	Árvores com cerca de 6m, presença de arbustos e algumas espécies de Campo Rupestre devido à proximidade, serapilheira com profundidade de 15 cm, área de aclive.
3	Presença de árvores, arbustos e presença de Eriocaulaceae no solo, área rica floristicamente, serapilheira com profundidade de 20 cm, próxima à clareira, interior da floresta.
4	Presença de árvores e arbustos, composição florística com predominância de espécimes de Clusiaceae, serapilheira com profundidade de 18 cm, área de aclive, presença de rochas expostas, interior da floresta.
5	Predominância de um indivíduo vegetal arbóreo (Myrtaceae), serapilheira com profundidade de 15 cm, interior da floresta.
6	Região transitória com o Campo Rupestre, com presença de espécies vegetais arbustivas e herbáceas, serapilheira com profundidade de cinco cm, seca, área com alterações antrópicas, devido à presença de trilhas.
7	Presença de árvores, arbustos e plantas herbáceas, serapilheira com cerca de 5 cm, proximidade com o córrego estreito.
8	Região próxima ao Campo Rupestre, com presença de espécies vegetais arbustivas e árvores, serapilheira com profundidade de cinco cm, seca, área mais aberta que as demais.

Amostragem, preparação dos substratos e identificação

Amostras compostas de serapilheira (2 folhas, 1 pecíolo, 1 galho e 1 fragmento de casca) e cinco folhas de folheto aéreo foram coletadas em oito pontos amostrais (Tabela 1), de out/2009 a set/2010. Neste fragmento florestal foi amostrada uma área de 800 m², divididos em oito parcelas de 10 × 10 m (Figura 1), sorteadas a partir da subdivisão da área em 32 parcelas equidistantes no mínimo 10 m entre elas, determinadas por GPS.

Mensalmente efetuou-se acompanhamento da temperatura e umidade relativa do ar nos pontos amostrais, medidos *“in situ”*, com o aparelho de multiparâmetro ambiental (Digital Environment Multimeter - YH2061).

As amostras foram recolhidas em cada parcela e foram submetidas à técnica de lavagem (Castañeda-Ruiz 2005) mantidas em câmaras-úmidas à temperatura ambiente e observadas durante 30 dias. As estruturas reprodutivas dos fungos filamentosos foram coletadas com auxílio de agulhas de ponta fina e colocadas em meio de montagem permanente com resina PVL (álcool polivinílico + lactofenol). A identificação das espécies foi realizada através da comparação de caracteres morfológicos observados com a literatura pertinente. As lâminas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

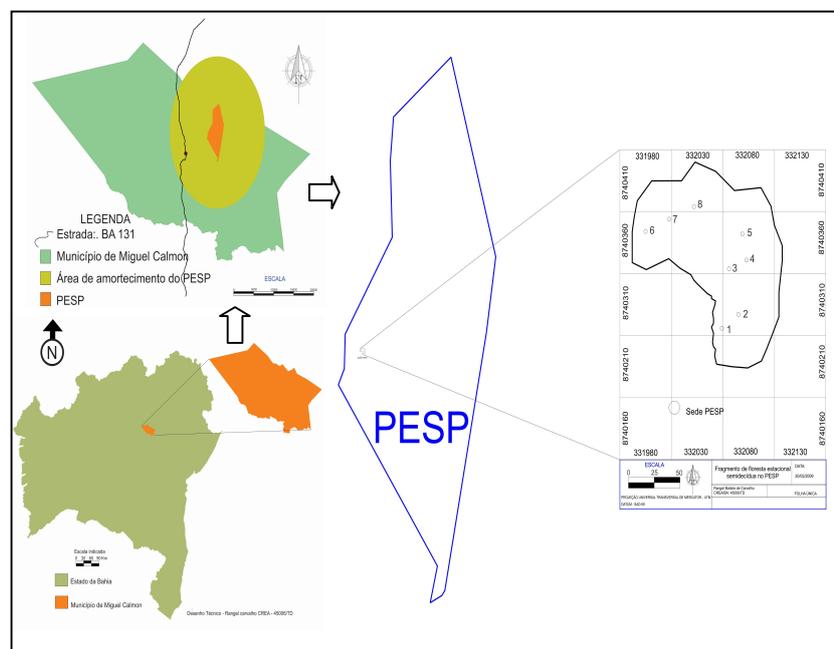


Figura 1 - Localização das parcelas do inventário micológico no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Elaboração: Rangel Batista de Carvalho (2009).

Definições e análise estatística

Os fungos que se desenvolveram nas amostras e apresentaram estruturas reprodutivas passíveis de identificação foram registados como presentes ou ausentes para cada substrato estudado. As espécies presentes nos pecíolos foram consideradas junto com as folhas, devido estes conterem extensões diminutas e a maior porção ser da nervura central foliar e pelos poucos registos. Os dados de riqueza por ponto amostral foram analisados quanto as diferenças mensais na estrutura da comunidade

Para determinar a suficiência amostral da comunidade, foi utilizado o indicador de riqueza Jackknife¹. Para investigar a existência de limites entre as comunidades em cada ponto amostral, foi realizada uma análise de agrupamento (UPGMA) das unidades amostrais, utilizando como coeficiente de associação Sørensen, sendo esta análise expressa através do dendrograma de similaridade baseado nos dados de composição de espécies por ponto amostral.

Procedeu-se, à análise de Correlação Canônica (CCA) para verificar a relação das variáveis independentes (variáveis ambientais) com os dados de composição de espécies da serapilheira e do folhedo aéreo.

As análises foram realizadas utilizando os software PAST (Hammer et al., 2008) e Programa Statistica 8.0®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de estudo, foi encontrada uma riqueza total de 95 táxons, distribuídos em 62 táxons associadas à serapilheira (folhedo, galhos e cascas) e 55 táxons ao folhedo aéreo (Tabela 2).

A riqueza média de fungos filamentosos da serapilheira, não apresentou diferença significativa em relação ao número de espécies por pontos amostrais (Figura 2). A riqueza média relacionada à variação mensal das coletas realizadas demonstrou que há uma semelhança na resposta das espécies para ambos os substratos investigados (terrestre e aéreo) (Figura 2). No mês 07 (abril/2010) houve uma diferença entre os substratos investigados, sendo o folhedo aéreo mais rico em fungos associados. Apesar de ambos os substratos serem mantidos em câmaras-úmidas, o estado em que se encontrava o material da serapilheira pode ter sido decisório na comunidade fúngica estabelecida no mês sete. No mês 3 (dezembro/2009) houve a maior riqueza para os substratos investigados (Figura 2) que pode estar associada ao aumento da pluviosidade, visto que este compreende a transição da estação seca para chuvosa, bem como forma estrutura e composição químicas dos substratos coletados.

O presente trabalho sugere que a riqueza de espécies de fungos filamentosos da serrapilheira e folhedo aéreo registradas, depende tanto da escala espacial, microhabitat e fatores bióticos e abióticos que interferem nos substratos investigados, assim como efeito temporal, visto que, a composição de espécies por ponto amostral apresentou variação (Figura 2). A variação mensal da composição das espécies de fungos coletados para os substratos investigados reflete possivelmente as diferenças da estrutura física e química dos substratos (Figura 2).

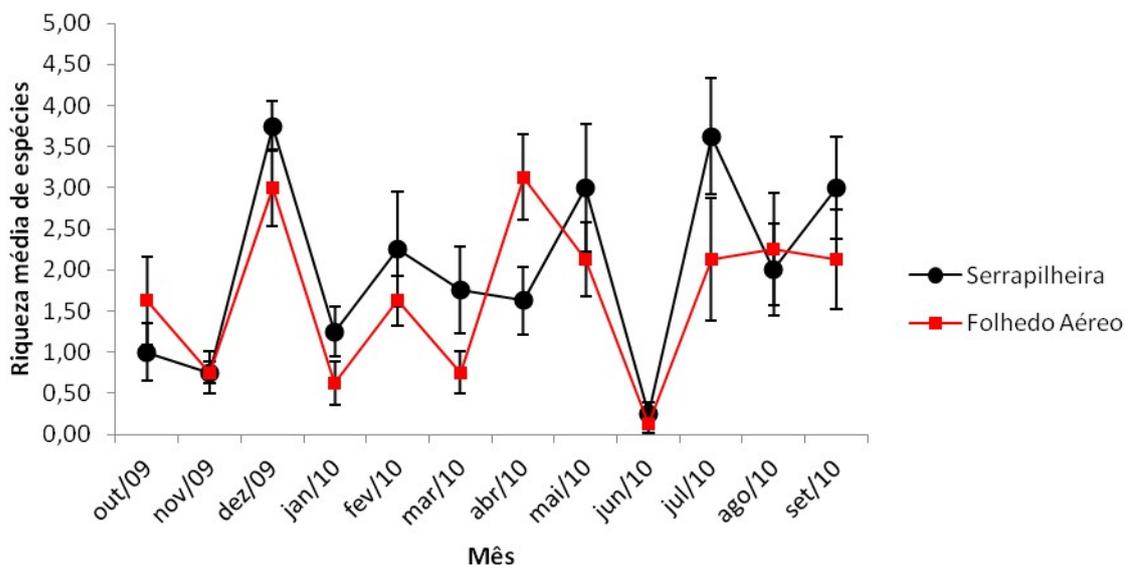


Figura 2 – Riqueza média por mês dos oito pontos amostrais na Floresta Estacional Semidecidual, PESP, Miguel Calmon, BA

Comparando as curvas de acumulação de espécies dos dois substratos investigados (Figura 3A), pode-se verificar que ambas foram semelhantes para percentagem acumulada das espécies. As diferentes curvas de acumulação com reamostragem obtidas (3B e 3C) mostram semelhante padrão de incremento para os fungos filamentosos da serapilheira e do folheto aéreo, respectivamente (Jackknife). Na análise da composição de espécies das comunidades fúngicas diferentes estimadores tem sido utilizados, principalmente relacionados a influência do esforço amostral sobre a riqueza inventariada (Paulus et al. 2006a; Anita et al. 2009; Osono 2011; Muthukrishnan et al. 2012). Dessa forma, nota-se que a estimativa de riqueza de espécies para os pontos amostrais, tanto para serapilheira como folheto aéreo mostrou-se necessária o aumento do esforço amostral, pois aparentemente para caracterização da composição real das espécies nos substratos investigados haverá necessidade de incremento de coletas. Segundo Santos (2003) as curvas de acumulação de espécies avaliam o quanto um inventário aproximou-se da riqueza real do local estudado, contudo a captura de todas as espécies de um local é praticamente impossível.

Tabela 2 – Fungos filamentosos registrados associados à serapilheira e folheto aéreo no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, Brasil. Substratos: FL = Folhas, GL = Galhos e Cs = Cascas.

Espécies	Serapilheira			Folheto aéreo
	FL	CS	GL	
<i>Acrogenospora sphaerocephala</i> (Berk. & Broome) M.B. Ellis	-	+	+	-
<i>Atrosetaphiale flagelliformis</i> Matsush.	-	-	-	+
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	+	-	-	+
<i>Beltraniella portoricensis</i> (F. Stevens) Piroz. & S. D. Patil	+	-	-	+
<i>Beltraniella</i> sp.	-	-	+	-
<i>Chalara alabamensis</i> Jones & E.G. Ingram	+	-	+	-
<i>Chalara bulbosa</i> (B. Sutton & Piroz.) P.M. Kirk	+	-	+	-
<i>Chalara rostrata</i> Nag Raj & W.B. Kendr.	-	+	-	+
<i>Chloridium</i> sp1	-	+	+	+
<i>Chloridium</i> sp2	+	-	-	-
<i>Chloridium transvaleense</i> Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker	+	-	-	+
<i>Chloridium virescens</i> (Pers.) W. Gams & Hol.-Jech.	+	-	+	-
<i>Circinotricum olivaceum</i> (Speg.) Piroz.	+	-	-	+
<i>Cladosporium antilanum</i> R.F. Castañeda	-	-	-	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	+	-	-	+
<i>Cladosporium</i> sp.	-	-	-	+
<i>Cordana</i> sp.	-	-	-	+
<i>Corynespora</i> sp.	-	-	-	+
<i>Craspedodidymum proliferans</i> V. Rao & de Hoog	-	+	-	-
<i>Cryptahialoidea fasciculata</i> Kuthub. & Nawawi	+	-	-	+
<i>Cryptophiale kakombensis</i> Piroz.	+	-	-	+
<i>Cryptophiale</i> sp.	-	-	-	+
<i>Cryptophiale udagawae</i> Piroz. & Ichinoe	+	-	-	-
<i>Curvularia intermedia</i> Boedijn	+	-	-	-
<i>Dactylaria botulispora</i> R.F. Castañeda & W.B. Kendr.	-	-	+	-
<i>Dendryphiopsis biseptata</i> Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker	-	+	-	-
<i>Dictyochaeta simplex</i> (S. Hughes & W.B. Kendr.) Hol.-Jech.	+	+	-	+
<i>Dictyochaeta triseptata</i> (Matsush.) R.F. Castañeda	-	-	-	+
<i>Dictyochaeta</i> sp1	+	-	-	-

<i>Espécies</i>	Serapilheira			Folhedo
	FL	CS	GL	aéreo
<i>Dictyochaeta sp2</i>	-	+	+	-
<i>Dictyochaeta subfuscospora</i> Kuthub. & Nawawi	-	-	+	-
<i>Dictyochaeta vittata</i> Kuthub. & Nawawi	-	+	+	-
<i>Ellisembia adscendens</i> (Berk.) Subram.	+	+	+	+
<i>Ellisembia filia</i> W.P. Wu	-	-	-	+
<i>Ellisembia sp1</i>	-	+	-	-
<i>Ellisembia sp2</i>	-	+	-	+
<i>Endophragmiella rigidicula</i> R. F. Castañeda	-	-	-	+
<i>Eversia parvula</i> Hol.-Jech.	-	+	-	-
<i>Gonytrichum macrocladium</i> (Sacc.) Hughes	+	+	+	-
<i>Gyothyrix circinata</i> (Berk. & M.A. Curtis) S. Hughes	-	+	+	-
<i>Gyothyrix microsperma</i> (Höhn.) Piroz.	+	-	+	+
<i>Helicoma dennisii</i> M.B. Ellis	-	+	-	-
<i>Helicoma intermedium</i> (Penz. & Sacc.) Linder	+	+	-	+
<i>Helicoma sp1</i>	+	-	-	+
<i>Helicoma sp2</i>	-	-	+	-
<i>Helicosporium griseum</i> (Bonord.) Sacc.	+	-	+	-
<i>Helicosporium pannosum</i> (Berk. & M.A. Curtis) R.T. Moore	+	-	-	-
<i>Helicosporium sp1</i>	+	-	-	+
<i>Helicosporium sp2</i>	-	-	+	-
<i>Heliocephala elegans</i> (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda & Unter.	+	-	+	+
<i>Helminthosporium sp1</i>	-	+	-	-
<i>Helminthosporium sp2</i>	-	-	-	+
<i>Hemibeltrania decorosa</i> R.F. Castañeda & W.B. Kendr	-	-	-	+
<i>Kionochaeta ramifera</i> (Matsush.) P.M. Kirk & B. Sutton	+	-	-	-
<i>Inesiosporium longispirale</i> (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda & W. Gams	-	-	-	+
<i>Menisporopsis noavae-zelandiae</i> S. Hughes & W.B. Kendr.	+	-	-	+
<i>Menisporopsis theobromae</i> S. Hughes	+	-	-	-
<i>Ochroconis humicola</i> (G.L. Barron & L.V. Busch) de Hoog & Arx	-	-	-	+
<i>Ochroconis sp.</i>	-	-	-	+
<i>Oidiodendron sp</i>	-	-	-	+
<i>Paliphora inflata</i> Gusmão, M.F.O. Marques & D.A.C. Almeida	+	-	-	-

Espécies	Serapilheira			Folhedo
	FL	CS	GL	aéreo
<i>Paliphora</i> sp.	-	-	-	+
<i>Paraceratocladium polysetosum</i> R.F. Castañeda	+	-	-	+
<i>Parassymptodiella laxa</i> (Subram. & Vittal)	-	-	-	+
Ponnappa				
<i>Periconia byssoides</i> Pers.	+	-	-	+
<i>Periconia</i> sp.	-	-	-	+
<i>Phaeoisaria infrafertilis</i> B. Sutton & Hodges	-	-	-	+
<i>Phialocephala humicola</i> S.C. Jong & E.E. Davis	-	-	-	+
<i>Phialocephala ivoriensis</i> Zucconi & Onofri	-	+	-	-
<i>Pleurothecium recurvatum</i> (Morgan) Höhn.	-	+	-	-
<i>Polydesmus elegans</i> Durieu & Mont.	-	-	-	+
<i>Pseudoacrodictys virescens</i> (B. Sutton & Alcorn)	+	-	+	+
W.A. Baker & Morgan-Jones				
<i>Pseudobeltrania macrospora</i> Heredia, R.M. Arias, M. Reyes, R.F. Castañeda	-	-	-	+
<i>Pseudobotrytis terrestris</i> (Timonin) Subram.	+	-	-	-
<i>Selenoidriella perramosa</i> W.B. Kendr. & R.F. Castañeda	-	-	-	+
<i>Speiropsis pedastospora</i> Tubaki	+	-	-	-
<i>Speiropsis</i> sp.	-	-	-	+
<i>Sporidesmiella parva</i> (M.B. Ellis) P.M. Kirk	+	-	-	+
<i>Sporidesmiella parva var palauensis</i> Matsush.	-	-	+	-
<i>Sporidesmium inflatum</i> (Berk. & Ravenel) M.B. Ellis	-	-	-	+
<i>Sporidesmium sp1</i>	-	-	+	-
<i>Sporidesmium sp2</i>	-	+	-	-
<i>Sporidesmium sp3</i>	-	+	+	-
<i>Sporidesmium tropicale</i> M.B. Ellis	-	-	+	-
<i>Stachybotrys kampalensis</i> Hansf.	-	-	-	+
<i>Stachybotrys parvispora</i> S. Hughes	-	-	-	+
<i>Vermiculariopsiella cubensis</i> (Castañeda) Nawawi, Kuthub. & B. Sutton	-	-	-	+
<i>V. immersa</i> (Desm.) Bender	-	-	-	+
<i>Verticillium sp1</i>	-	-	-	+
<i>Verticillium sp2</i>	-	+	+	-
<i>Volutella sp1</i>	+	-	-	+
<i>Volutella sp2</i>	-	+	-	-
<i>Zanclospora novae-zelandiae</i> S. Hughes & W.B. Kendr.	-	+	-	-
<i>Zygosporium echinosporium</i> Bunting & E.W. Mason	-	-	-	+
<i>Zygosporium massoni</i> S. Hughes	-	-	-	+
Total de Ocorrências	35	24	24	55

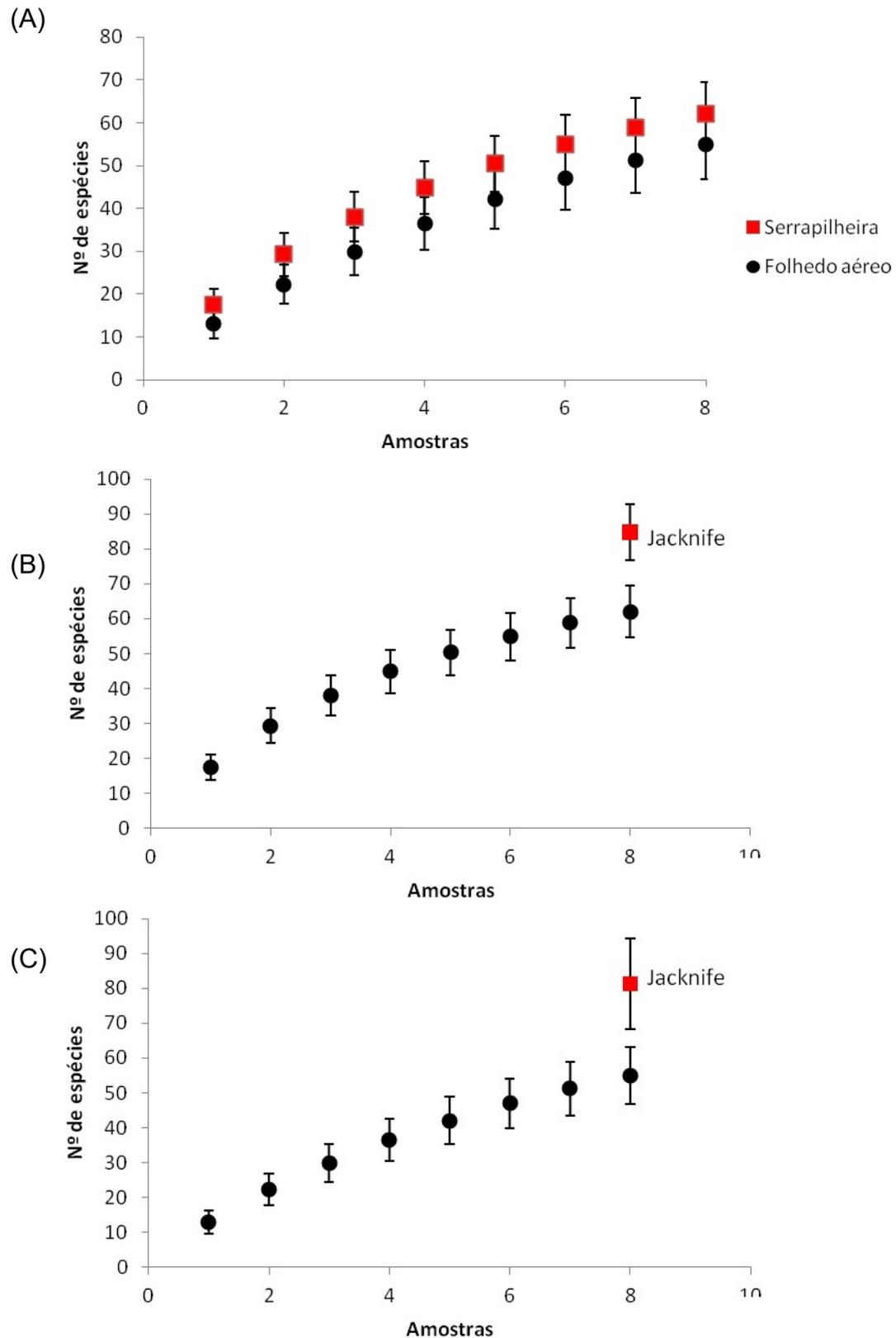


Figura 3. Variação da riqueza observada expressa pelo Mao Tau (A) e do estimador Jackknife, não paramétrico empregado (B) para os dados de riqueza de fungos filamentosos da serapilheira e (C) folheda aéreo no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, nos oito pontos amostrais.

A despeito das diferenças no número acumulado de espécies entre os pontos, os dados expressos pelos valores da riqueza observada (Figura 4A) indica pouca variabilidade com os valores estimados (Figura 4B). Nos pontos 01, 02 e 07 a riqueza de espécies foi maior para serapilheira, quando comparada aos demais pontos amostrados (Tabela 1). Para Vasconcelos (1990) a maior diversidade de macroinvertebrados está associada à profundidade da serapilheira, que cria um microclima mais moderado e um maior gradiente de decomposição do folhedo depositado. Fato esse que parece explicar as diferenças encontradas no presente estudo.

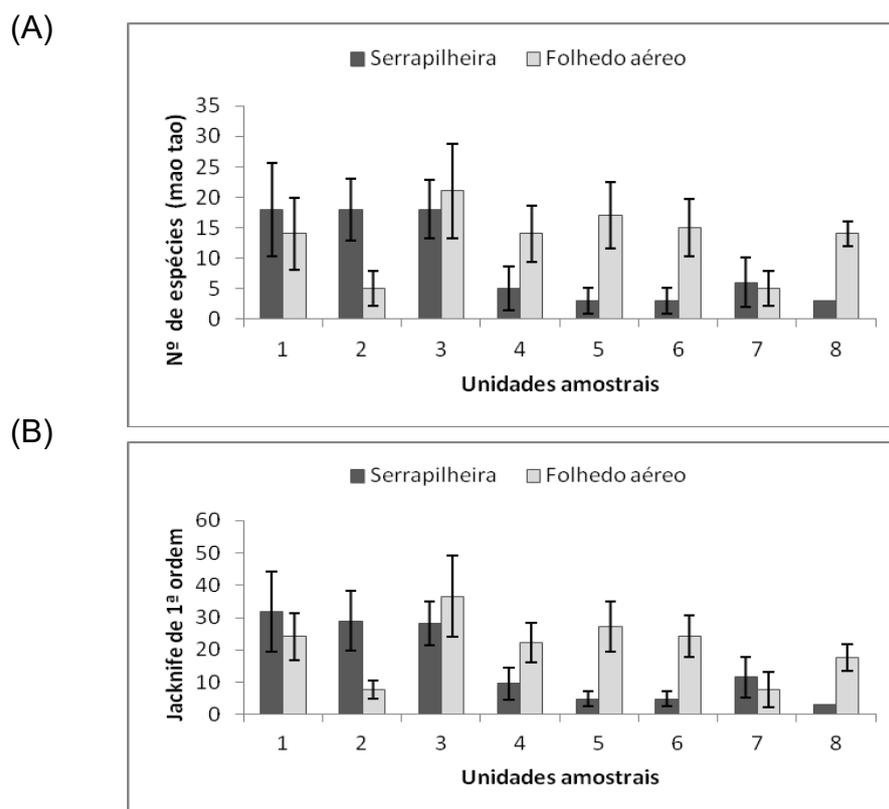


Figura 4 - Riqueza de espécies de fungos filamentosos da serapilheira e folhedo aéreo (observadas e estimadas) em oito pontos na Floresta Estacional Semidecídua no Parque estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Estimador Jackknife 1 indicando o desvio padrão; Mao Tau = riqueza observada.

O conhecimento sobre a colonização de fungos em ecossistemas presentes no Bioma Caatinga é escasso, tornando-se difíceis comparações, no entanto, o presente estudo evidenciou a presença de composições de espécies nos diferentes microhabitats (pontos amostrais) presentes na floresta estacional semidecídua e que esta comunidade é influenciada pelos componentes da serapilheira, visto que esta é composta de frações lábeis e estáveis, sendo estas últimas degradadas mais lentamente.

A maior riqueza de espécies de fungos conidiais foi para o folhedo aéreo, entre os pontos amostrais. Este substrato apresentou-se com maior diversificação no grau de decomposição, visto que foram amostradas folhas em baixo estado de degradação, demonstrando recente senescência e outras

com grau avançado de decomposição. Segundo Heredia-Abarca (1994), as folhas em qualquer etapa do seu ciclo de vida são um substrato adequado para o desenvolvimento de diversos tipos de fungos microscópicos, pois quando as folhas morrem, algumas espécies de fungos desaparecem e são substituídas por outras que sobrevivem as novas condições nutricionais e ambientais nas quais o substrato é submetido. O acúmulo do folheto aéreo em troncos e ocos de plantas fornecem um microclima tamponado longe das condições quente e seca prevalentes em alguns ecossistemas (Black et al., 2004; Turner & Foster, 2006). Assim propiciam um ambiente ideal ao desenvolvimento de uma gama de fungos, sendo registrada algumas espécies consideradas como endofíticas e outras parasitas, como espécies registradas dos gêneros *Cordana*, *Curvularia*, *Stachybotrys*, entre outros. Aguilar et al. (2011) observaram que o folheto aéreo foi o microhabitat com a maior riqueza de espécies, abundância e equitabilidade de Protistas (Plasmodiophoramycota) no Mediterrâneo. Espécies típicas desse microhabitat foram mais abundantes em precipitação elevada. Deve-se considerar a biologia das espécies dos fungos filamentosos e as interações existentes na comunidade, pois estas podem influenciar a presença ou ausência de uma espécie nos pontos amostrais investigados.

O agrupamento dos pontos da serapilheira e do folheto aéreo na área investigada apresentou diferenças, onde as matrizes foram capazes de gerar diferentes padrões estruturais de composição das comunidades de fungos filamentosos, ocorrendo a formação de dois grupos no dendrograma para fungos da serapilheira (Figura 5). O dendrograma evidenciou a separação da comunidade de fungos filamentosos entre pontos amostrais. Ficou evidenciada, também, a maior similaridade entre os pontos 7 e 8 para serapilheira (Figura 5). O dendrograma para o folheto aéreo apresentou um baixo coeficiente de correlação cofenética $r = 0,65$.

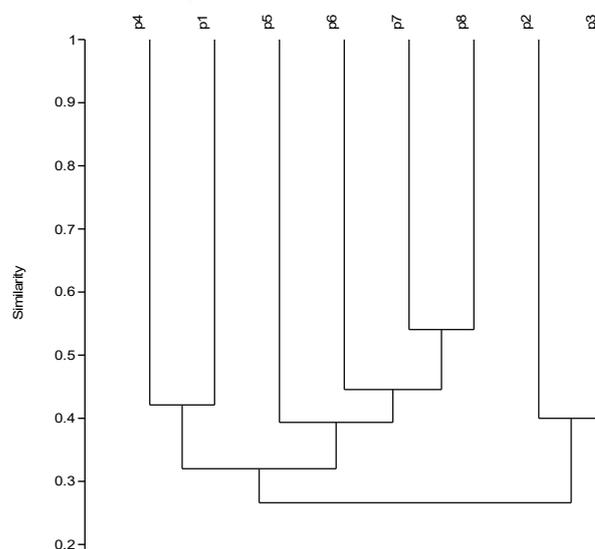


Figura 5. Análise de agrupamento representando a similaridade de espécies de fungos filamentosos em oito pontos na Floresta Estacional Semidecídua no PESP, Miguel Calmon, BA, usando uma matriz de presença/ausência para as espécies. Serapilheira, coeficiente de correlação cofenética $r = 0,76$. A medida utilizada foi o coeficiente de similaridade de Sorensen.

A formação de grupos de acordo com os pontos amostrais (microhabitats) sugere a influência dos substratos vegetais na composição de espécies da comunidade. A análise de agrupamento realizada para serapilheira demonstrou que a formação de 2 grupos, sendo que o grupo 1, formou 4 subgrupos: sendo o subgrupo 1 (pontos amostrais 1 e 4), que apresentou composição de espécies vegetais semelhantes, consequentemente substratos semelhantes para colonização fúngica, no entanto, no ponto quatro foi registrada menor umidade, e com menor profundidade da serapilheira, devido ao acúmulo em que se encontrava. Os subgrupos 2 (ponto 5) e 3 (ponto 6) diferiram dos demais, devido ao ponto 5 ser dominado por uma espécie arbórea, sendo esta a principal contribuinte na formação da serapilheira e no ponto 6, por esse possuir alterações antrópicas, devido a proximidade com a trilha presente na floresta e conter muitas espécies vegetais herbáceas. O subgrupo 4 (pontos 7 e 8) e o grupo 2, no qual apresenta apenas o subgrupo 1 (pontos 2 e 3) foram floristicamente similares, bem como apresentaram serapilheira com profundidades equivalentes. Outros estudos constataram por análise de agrupamento a dissimilaridade entre comunidades fúngicas presentes em hospedeiros diferentes, principalmente ao nível de espécies (Kodsueb et al., 2008).

A análise de Correlação Canônica (CCA) utilizando dados de composição da comunidade fúngica indicou que não foram significativas as ordenações de presença-ausência de espécies associadas às variáveis ambientais entre a serapilheira e o folheto aéreo analisados. Assim, verificou-se que não há diferenças na composição de espécies da serapilheira e do folheto aéreo e verificou-se baixa correlação entre as variáveis ambientais e a diversidade quando se analisa a área como um todo (Figura 6). Os resultados da CCA evidenciam uma fraca relação entre as condições ambientais e a micota da serapilheira e do folheto aéreo, devendo as características físicas e químicas terem uma forte influência na colonização fúngica.

Parungao et al. (2002) argumentam que é muito importante que os mesmos tipos de folhas sejam recolhidos dentro e fora do mesmo tipo florestal, a fim de estabelecer se a diversidade está correlacionada com a área ou hospedeiro. No presente estudo se verificou a presença comum de algumas espécies vegetais entre os pontos amostrais, o que pode ter levado a sobreposição de espécies de fungos em alguns pontos amostrais e uma composição de espécies diferentes em outros, porém a CCA evidenciou que quando se analisa o conjunto de dados, não há diferenças significativas entre os fungos da serapilheira e o folheto aéreo na área investigada, sendo evidenciada uma maior correlação da umidade ($R_c = 0,480$) com o eixo principal. Segundo Sanches et al. (2009), as florestas tropicais possuem uma comunidade rica floristicamente que fornece uma composição diversificada da serapilheira e de sua comunidade decompositora, e atribui esta condição a variação climática com uma estação seca e outra úmida.

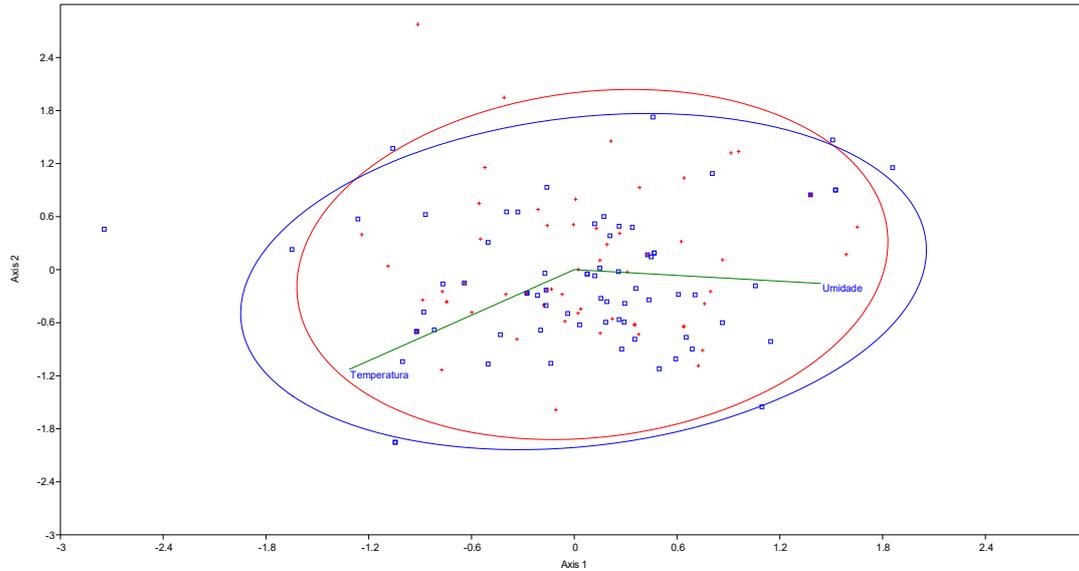


Figura 6. Análise de correspondência canônica entre as variáveis: temperatura, umidade e a micota dos folhedos terrestre e aéreo. Azul = serapilheira, vermelho = folhedo aéreo.

A distribuição das espécies por substratos da serapilheira revelou a distribuição apresentada na figura 7. Os substratos com maior número de espécies registradas na serapilheira foram as folhas, seguido por cascas e galhos, respectivamente. As folhas corresponderam a 39%, cascas, 19,% e galhos 13%. Contudo, ocorrendo em mais de um substrato foram registradas as seguintes porcentagens: folha/galho e galho/casca registraram o mesmo percentual de 11,3% e folha/casca e folha/galho/casca 3,2%.

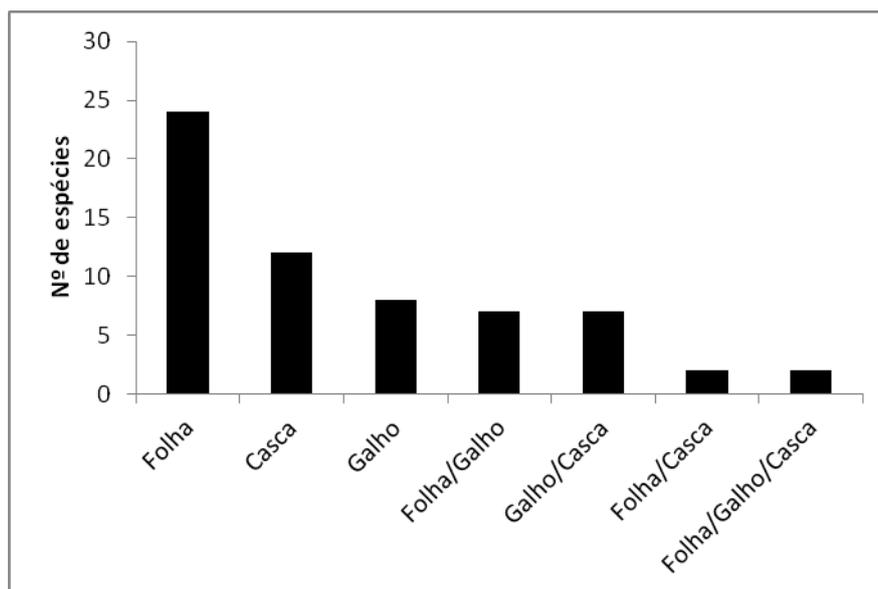


Figura 7. Número de espécies, considerando os substratos investigados na Floresta Estacional Semidecídua no PESP, Miguel Calmon, BA,

A micota registrada é formada por espécies comuns. Entre essas *Beltrania rhombica*, *Beltraniella portoricensis*, *Circinotrichum olivaceum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cryptophiale kakombensis*, *Curvularia intermedia*, *Dictyochaeta simplex*, *Ellisemia adscendens*, *Gyrophthrix microsperma*, *Kionochaeta ramifera*, *Menisporopsis theobromae*, *Sporidesmiella parva*, *Stachybotrys kampalensis* e *Vermiculariopsiella immersa*. Estas espécies tem ampla distribuição registrada nos ecossistemas mundiais. As folhas constituem o principal componente da serapilheira e estas são ricas em nutrientes, o que o possibilita uma grande riqueza fúngica, como encontrado no presente estudo.

Dentre os componentes investigados na serapilheira, as cascas e galhos se decompõem mais lentamente, por possuírem lignina. Entry (2000) enfoca que lignina e celulose constituem aproximadamente 60-90% dos tecidos de plantas lenhosas e são, portanto, os principais fatores que influenciam as taxas de rotatividade de C e a mineralização de nutrientes em ecossistemas florestais. A lignina é tipicamente considerada um material recalcitrante que é resistente à decomposição microbiana; apenas a biota especializada, predominantemente fungos, são capazes de sintetizar enzimas extracelulares que quebram estas estruturas em formas biologicamente utilizáveis (Austin & Ballaré, 2010). O menor número de espécies associado a galhos e cascas se justificaria pela necessidade de um aparato enzimático mais forte para atuação dos fungos filamentosos.

A estrutura dos microhabitats (pontos amostrais) e a composição florística determinaram o conjunto diferenciado de espécies colonizadoras da serapilheira e folheto aéreo ao longo dos meses investigados, sendo esta dinâmica, pouco influenciada pelas variações ambientais nos locais investigados, conforme demonstraram as análises estatísticas. O estado de decomposição das folhas, galhos e cascas e a composição química desses substratos parecem ter uma grande influência na colonização dos fungos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Botânica – PPGBot/UEFS e ao PPBIO (Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido) e ao CNPq, processo número 558317/2009-0 pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- Aguilar M, Spiegel FW, Lado, C. 2011. Microhabitat and Climatic Preferences of Protosteloid Amoebae in a Region with a Mediterranean Climate. *Microb Ecol* 62: 361–373
- Alvez, SM, Accioly, MC. 2009. Parque Estadual das Sete Passagens: mina d'água no semi-árido baiano. In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Curitiba: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação o Boticário de Proteção à Natureza.

- Ananda, K, Sridhar, KR. 2004. Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf litter of mangrove forests in the southwest coast of India. *Current Science* 87: 1431-1437.
- Anita, DD, Sridhar, KR, Bhat, R. 2009. Diversity of fungi associated with mangrove legume *Sesbania bispinosa* (Jacq.) W. Wight (Fabaceae). *Livestock Research for Rural Development* 21 (5).
- Austin, AT, Ballaré, CL. 2010. Dual role of lignin in plant litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, 107: 4618-4622.
- Barbosa, FR; Maia, LC, Gusmão, L FP. 2009. Fungos conidiais associados ao folheto de *Clusia melchiorii* Gleason e *C. nemorosa* G. Mey. (Clusiaceae) em fragmento de Mata Atlântica, BA, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 23: 79-84.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2006. Lejeuneaceae holostipas (Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20(3): 687-700.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2008. O gênero *Ceratolejeunea* Jack & Steph. (Lejeuneaceae, Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 35(1): 69-74.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2009. O gênero *Lejeunea* Libert (Lejeuneaceae) no Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 36(2): 303-320.
- Bills, GF, Polishook JD. 1994. Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rain forest in Costa Rica. *Mycologia* 86: 187-198.
- Black DR, Stephenson SL, Ceridwen AP. 2004. Myxomycetes Associated with the Aerial Litter Microhabitat in Tropical Forests of Northern Queensland, Australia *Systematics and Geography of Plants* 74: 129-132.
- Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *American Journal of Botany* 98: 426-438.
- Cannon, PF, Sutton, BC. 2004. Microfungi on wood and plant debris. In: (eds Mueller, GM, Bills, GF, Foster, MS. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 218-239.
- Castañeda-Ruiz, R.F. 2005. Metodología em el estudio de los hongos anamorfos. In: *Anais do V Congresso Latino Americano de Micología*. Brasília. p. 182-183.
- Duong, LM, McKenzie, EHC, Lumyong, S, Hyde, KD. 2008. Fungal succession on senescent leaves of *Castanopsis diversifolia* in Doi Suthep-Pui National Park, Thailand. *Fungal Diversity* 30: 23-36.
- Entry, JA, 2000. Influence of nitrogen on cellulose and lignin mineralization in blackwater and redwater forested wetland soils. *Biol. Fertil. Soils* 31, 436-440.
- Frankland, JC. 1981. Mechanisms in fungal succession. In *The Fungal Community. Its Organization and Role in the Ecosystem* (ed. D. T. Wicklow & G. C. Carroll), 1st ed, pp. 403-426. Marcel Dekker: New York.
- Frankland, J.C. 1998. Fungal succession—unravelling the unpredictable. *Mycological Research* 102:1-15
- Funch, LS, Funch, RR, Giulietti, AM,, Queiroz, LP, Melo, E, Santos, T, Harley, R, França, F, Gonçalves, CN. 2005. Florestas Estacionais semidecíduas. In: *Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina*. Flora Acuna, Junca, Ligia Funch e Washington Rocha; organizadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

- Gadd GM (2004) Mycotransformation of organic and inorganic substrates. *Mycologist* 18: 60–70.
- Gamundí, IJ, Arambarri AM, Spinedi, H. 1988. Comparación de la variación estacional de las micofloras de la hojarasca de *Nothofagus dombeyi* y *N. pumilio*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 25: 291-300.
- Harley, RM. 1995. Introduction. In: B.L. Stannard (ed.). *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia*. pp. 1-40. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Heredia, G. 1993. Mycoflora associated with green leaves and leaf litter of *Quercus germana*, *Quercus sartorii* and *Liquidambar styraciflua* in a mexican cloud forest. *Cryptogamie Mycologique* 14: 171-183.
- Heredia-Abarca, G. 1994. Hifomicetes dematiaceos en Bosque Mesofilo de Montaña. Registros Nuevos para Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 27:15-32.
- Hering TF. 1965. The succession of fungi in the litter of a Lake District oakwood *Transactions of the British Mycological Society* 48: 391-408.
- Hogg, BM, Hudson, H J. 1966. Micro-fungi on leaves of *Fagus sylvatica*. I. *Transactions of the British Mycological* 49: 185-192.
- Hyde, K.D. & Alias, S.A. 2000. Biodiversity and distribution of fungi associated with decomposing *Nypa fruticans*. *Biodiversity and Conservation* 9: 393-402.
- Mitchell, CP, Millar, CS. 1978. Mycofloral successions on corsican pine needles colonized on the tree by three different fungi. *Transactions of the British Mycological Society* 71: 303-317.
- Kodsueb, R, McKenzie, EHC., Lumyong, S, Hyde, KD. 2008. Diversity of saprobic fungi on *Magnoliaceae*. *Fungal Diversity* 30: 37-53.
- Lodges DJ. 1997. Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical Forest. *Biodiversity and Conservation* 6: 681-688.
- Macêdo, JAC. Drummond, JA. 2010. Os Parques Estaduais da Bahia: uma avaliação da sua gestão participativa. *AGIRÁS. Revista AGIR de Ambiente e sustentabilidades* 2(3): 85-100.
- Magalhães, DMA, Luz, EDMN, Magalhães, AF, Santos-Filho, LP, Loguercio, LL, Bezerra, JL. 2011. Riqueza de fungos anamorfos na serapilheira de *Manilkara maxima*, *Parinari alvimii* e *Harleyodendron unifoliolatum* na Mata Atlântica do Sul da Bahia. *Acta Bot. Bras.* 25: 899-907.
- Maia, LC. 1983. Sucessão de fungos em folheto de floresta tropical úmida. Ed. Universitária, Recife.
- Marques, MFO, Gusmão, LFP, Maia, LC. 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(4): 954-961.
- Muthukrishnan S, Sanjayan KP, Jahir HK. 2012. Species composition, seasonal changes and community ordination of alkalotolerant micro fungal diversity in a natural scrub jungle ecosystem of Tamil Nadu, India. *Mycosphere* 3(2), 92-109.
- Osono, T. 2011. Diversity and functioning of fungi associated with leaf litter decomposition in an Asian climatic gradient. *Fungal Ecology* 4: 375-385.
- Parungao, MM, Fryar, SC, Hyde, KD. 2002. Diversity of fungi on rainforest litter in North Queensland, Australia. *Biodiversity and Conservation* 11: 1185-1194.

- Paulus, B, Gadek, P, Hyde, K. 2006a. Successional Patterns of Microfungi in fallen leaves of *Ficus pleurocarpa* (Moraceae) in an Australian Tropical rain Forest. *Biotropica* 38: 42-51.
- Paulus, BC, Kanowski, J, Gadek, PA, Hyde, KD. 2006b. Diversity and distribution of saprobic microfungi in leaf litter of an Australian tropical rainforest. *Mycological Research* 110, 1441-1454.
- Piontelli EL, Toro MASM. 2001. Un ejercicio en biodiversidad: algunos microhongos tropicales de la litera foliar (Tanzania, Africa). *Boletín Micológico* 16:95-110.
- Piontelli, E, Giusiano, G, Savino, E, Solari N, Caretta G. 2004. Microfungi from different substrata in South West Africa (Namibia). *Boletín Micológico* 19: 63-69.
- Polishook, JD, Bills, GF, Lodge, DJ. 1996. Microfungi from decaying leaves of two rain forest trees in Puerto Rico. *Journal of Industrial Microbiology* 17: 284-294.
- Rambelli, A, Mulas, B, Pasqualetti, M. 2004. Comparative studies on microfungi in tropical ecosystems in Ivory Coast Forest litter: behaviour on different substrata. *Mycological Research* 108: 325-336.
- Sanches L, Valentini CMA, Biudes MS, Nogueira JS. 2009. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental* 13: 183-189.
- Santos, A. J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen, L., JR.; Rudran, R. & Volladares-Padua, C. (orgs). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba, UFPR. p.19-41.
- Schoenlein-Crusius, IH, Milanez, Aeri. 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 Brasileira de Microbiologia* 2(1): 95-101.
- Schoenlein-Crusius, IH, Milanez, AI. 1998. Fungal Succession on leaves of *Alchornea triplinervia* (Spreng.). Muell. Arg. submerged in a stream of an Atlantic Rainforest in the state of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 21(3): 253-259.
- Schoenlein-Crusius, IH. & Tauk, SM. 1991. Fungal succession on *Ocotea pulchella* (Nees) Mez. leaves in decomposition on "cerrado" soil treated with vinasse. *Revista Brasileira de Microbiologia* 22(2): 179-183.
- Schoenlein-Crusius, IH, Pires-Zocatelli, CLA, Milanez, AI. 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (carvalho) submersas em um lago no município de Itapeçerica da Serra, SP. *Revista Brasileira de Microbiologia* 21(1): 61-67.
- Schoenlein-Crusius, IH, Pires-Zocatelli, CLA, Milanez, AI. 1992. Aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the Atlantic Rainforest. *Revista Brasileira de Microbiologia* 23(3): 167-171.
- Schoenlein-Crusius, IH, Pires-Zocatelli, CLA, Milanez, AI, Humphreys, RD. 1999. Interaction between the mineral content and the occurrence number of aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the Atlantic rainforest, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 22(2): 133-139.

- Surekha, M, Saini, K, Reddy, VK, Reddy, AR, Reddy, SM. 2011. Fungal succession in stored rice (*Oryza sativa* Linn.) fodder and mycotoxin production. *African Journal of Biotechnology* 10 (4): 550-555.
- Tang, AMC, Jeewon, R, Hyde, KD. 2005. Succession of microfungi communities on decaying leaves of *Castanopsis fissa*. *Canadian Journal of Microbiology* 51: 967-974.
- Turner, E.C., & Foster, W.A. 2006. Assessing the influence of bird's nest ferns (*Asplenium* spp.) on the local microclimate across a range of habitat disturbances in Sabah, Malaysia. *Selbyana*, 27, 195–200.
- Vasconcelos, H.L. 1990. Effects of litter collection by understorey palms on the associated macroinvertebrate fauna in Central Amazonia. *Pedobiologia* 34: 157-160.
- Yanna, Ho, WH, Hyde, KD. 2002. Fungal succession on fronds of *Phoenix hanceana* in Hong Kong. In: Fungal succession (KD Hyde and EBG Jones). *Fungal diversity* 10: 185-211.
- Xavier, AL, NAPOLLI, MF. 2011. Contribution of environmental variables to anuran community structure in the Caatinga Domain of Brazil. *Phyllomedusa* 10(1): 45-64.
- Wang, HK, Hyde, KD, Soyong, K, Lin, F. 2008. Fungal diversity on fallen leaves of *Ficus* in northern Thailand. *Journal of Zhejiang University Science B* 9(10): 835-841.

CAPÍTULO 2

**DIVERSIDADE DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM FOLHEDO
TERRESTE E FOLHEDO AÉREO NA CHAPADA
DIAMANTINA, BAHIA, BRASIL***

MARQUES MFO^{1*}, SANTOS, EB¹ E GUSMÃO LFP²

¹ Professor Auxiliar. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus VII, Laboratório de Biologia Molecular e Fungos, Rodovia Lomanto Jr, Br 407, Km 127, 48970-000, Senhor do Bonfim, BA, Brasil

²Professor Titular. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil

*Artigo a ser submetido para publicação na Revista Mycosphere

Diversidade de fungos filamentosos em folheto terrestre e folheto aéreo na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil

MARQUES MFO^{1*}, SANTOS, EB¹ AND GUSMÃO LFP²

¹ Professor Auxiliar. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus VII, Laboratório de Biologia Molecular e Fungos, Rodovia Lomanto Jr, Br 407, Km 127, 48970-000, Senhor do Bonfim, BA, Brazil

²Professor Titular. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brazil

Marques MFO, Santos, EB and Gusmão LFP. 2012. – Fungos filamentosos em folhas da serapilheira e folheto aéreo no Parque Estadual das Sete Passagens, porção norte da Chapada Diamantina, Miguel Calmon, Bahia, Brasil. *Mycosphere* XX, xx-xx

Os fungos possuem ampla distribuição nos ecossistemas e podem ser encontrados colonizando diversos substratos, onde atuam como eficientes decompositores, participando da ciclagem dos nutrientes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a diversidade, riqueza e composição de fungos filamentosos no folheto terrestre e aéreo em uma floresta estacional semidecídua na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Amostras de folheto terrestre e folheto aéreo foram coletadas mensalmente, de outubro/2009 a setembro/2010 em oito parcelas delimitadas na área de estudo. Estas passaram pelo processo de lavagem, acondicionadas em câmaras-úmidas e incubadas. Foram identificados 47 táxon isolados e distribuídos em 37 para o folheto terrestre e 35 para o folheto aéreo, sendo 25 espécies comuns a ambos. Houve uma variação na diversidade entre os pontos amostrais para o folheto terrestre (1,27 – 2,35) e folheto aéreo (0,23 – 2,90) e uma similaridade de 69% de acordo com o índice de Sørensen. A similaridade foi considerada baixa quando os pontos amostrais foram comparados entre si para um mesmo folheto. A maioria dos fungos apresentou periodicidade de ocorrência esporádica.

Palavras-chave – comunidade fúngica, periodicidade de ocorrência, similaridade.

Article Information

Received ***

Accepted ***

Published online *****

*Corresponding author: Marcos Marques – e-mail – mfmarques@uneb.br

Introdução

As áreas secas do mundo abrigam uma diversidade biológica única no planeta. Embora não sejam caracterizadas por altos níveis de diversidade de espécies, estas áreas apresentam altos níveis de endemismo, e incluem ecossistemas únicos (Davies 2010). Os organismos que vivem associados a esses ecossistemas são privados de nutrientes e enfrentam, muitas vezes, estresses ambientais, devido ao baixo nível de chuva e as secas periódicas (Montenegro 2001).

A decomposição da serapilheira acumulada é importante para os ecossistemas, pela ciclagem dos nutrientes orgânicos e inorgânicos através da ação dos micro-organismos (Couteaux et al. 1995; Saura-Mas et al. 2012). Entre estes, os fungos filamentosos contribuem com a maior parte da decomposição, devido às hifas terem a capacidade de romper a superfície cutinizada da planta, penetrando no mesófilo (Jensen 1974). O folheto terrestre perfaz entre 60-80% da serapilheira nas diferentes florestas do mundo (Bray & Gorham 1964). Por outro lado, o folheto aéreo composto por folhas mortas suspensas na vegetação ou depositadas em troncos e/ou ocos de árvores (Gradwohl & Greenberg 1982, Remsen & Parker 1984), compreende uma pequena parcela do material desprendido da vegetação.

Nas florestas tropicais secas, a produção e decomposição do folheto são influenciadas pela sazonalidade e composição das espécies vegetais (Anderson & Swift 1983, Fujimaki et al. 2008). Ambos os tipos de folheto apresentam uma produção descontínua ao longo do ano como se observa na floresta estacional semidecídua, sendo o folheto segundo Mercado-Sierra et al (1987) um substrato variado, pouco seletivo e amplamente colonizado pelos fungos.

Este estudo teve como objetivo avaliar a diversidade, riqueza e composição de fungos filamentosos no folheto terrestre e aéreo em uma floresta estacional semidecídua na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.

Material e Métodos

O Parque Estadual das Sete Passagens (PESP) localiza-se na porção norte da Chapada Diamantina (40°32'20,3" e 11°23'25,6") município de Miguel Calmon, Bahia, Brasil. A área do PESP apresenta-se rica em recursos hídricos, fauna e flora (Bastos & Yano 2006, 2008, 2009; Alvez & Accioly 2009, Macêdo & Drummond 2010, Xavier & Napoli 2011). A área de estudo apresenta vegetações de floresta estacional semidecídua e campo rupestre e tem tipo climático Cwb, temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C (Macêdo & Drummond 2010). Os índices pluviométricos são inferiores a 800 mm anuais.

Foram realizadas coletas mensais de out/2009 a set/2010 no fragmento selecionado de floresta estacional semidecídua, onde foram amostradas oito parcelas de 10 × 10 m, sorteadas aleatoriamente e mantidas equidistantes no mínimo 10 m, determinadas por GPS (Figura 01).

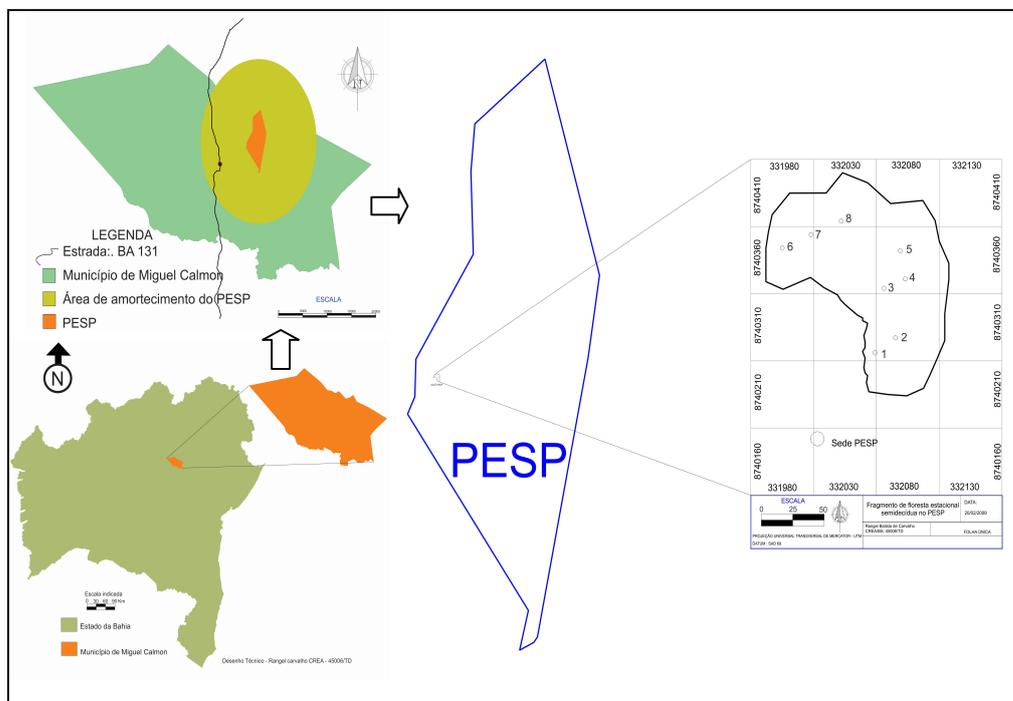


Figura 01 - Localização das parcelas do inventário micológico na Floresta Estacional Semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Elaboração: Rangel Batista de Carvalho (2009).

Foram coletadas amostras de folheto terrestre e do folheto aéreo (cinco folhas) em cada parcela delimitada na área. Estas amostras foram submetidas à técnica de lavagem (Castañeda-Ruiz 2005) e mantidas em câmaras-úmidas que foram conservadas em temperatura ambiente e observadas durante 30 dias. As estruturas reprodutivas dos fungos filamentosos foram coletadas com auxílio de agulhas de ponta fina e colocadas em meio de montagem permanente com resina PVL (álcool polivinílico + lactofenol) constituindo lâminas permanentes. Lâminas representativas dos táxons foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

Definições e análise estatística

Os táxons foram registrados como presente ou ausente para cada substrato (folheto terrestre e aéreo). O número de folhas onde uma particular espécie de fungo foi observada foi designado como “ocorrência do fungo” e foi usada para calcular o “percentual de ocorrência” de um táxon nos substratos estudados, usando a seguinte fórmula (Yanna-Ho & Hyde 2002, Paulus et al. 2006): Percentual de ocorrência do táxon A (%) = ocorrência do táxon A / ocorrência de todos os táxons por ponto x 100.

A periodicidade de ocorrência de cada espécie de fungos em cada substrato foi calculado baseado na seguinte fórmula (Muthukrishnan et al. 2012, modificado): Periodicidade de ocorrência (PO) = número de coletas contendo a espécie analisada /

número total de coletas efetuadas x 100, sendo classificada em muito comum – MC (76-100%), comum – C(51-75%), ocasional – O (26-50%) e esporádico - E (1-25%).

A diversidade de espécies fúngicas em cada ponto para os folhedos foi calculado usando Shannon-Wiener's index H :

$$H = - \sum P_i \ln P_i,$$

onde P_i é a frequência da espécie de fungo i ocorrendo em dado folhedo (Ananda & Sridhar 2004, Wang et al. 2008).

O índice de similaridade de Sørensen (S) foi aplicado para comparar a similaridade de espécies entre os diferentes folhedos: $S = \frac{2c}{a+b}$, onde a é o total de espécies do folhedo terrestre, b é o total do número de espécies do folhedo aéreo e c é o número de espécies em comum para ambos os folhedos. Similaridade é expressa com valores entre 0 (dissimilaridade) e 1 (absoluta similaridade) ou expresso por porcentagem (Muller-Dombois 1981).

Resultados

Foram identificados nesse estudo 47 táxons pertencentes a 33 gêneros de fungos filamentosos. Do folhedo terrestre foram assinalados 37 táxons e do folhedo aéreo 35 táxons. Os percentuais de ocorrência e a composição da comunidade fúngica nos oito pontos amostrais estão apresentados na tabela 1. A composição foi distinta nos pontos de amostragem (Tabela 1). As espécies mais ocorrentes no folhedo terrestre foram: *Atrosetaphiale flagelliformis* (20%) no ponto 1, *Beltrania rhombica* e *Chloridium* sp. (22.2%) no ponto 2, *Cryptophiale kakombensis* nos pontos 3 (25%), 6 (26,6) e 7 (42.8%) e *Cryptophialoidea fasciculata* (18.1%) no ponto 5. No folhedo aéreo as espécies *Beltrania rhombica* e *Beltraniella portoricensis* apresentaram uma ocorrência de 33,3% no ponto 1. *Circinotrichium olivaceum* e *Atrosetaphiale flagelliformis* apresentaram a maior ocorrência para o folhedo aéreo ambos com 37,5% nos pontos 2 e 7, respectivamente. Nos pontos 3 e 8 (25%) e 4 (30,7%) a maior ocorrência foi da espécie *B. portoricensis*. Para o ponto 6 as espécies *A. flagelliformis*, *B. portoricensis* e *Kionochaeta ramifera* apresentaram o maior valor de ocorrência 16,6% (Tabela 1).

A periodicidade de ocorrência revelou que a maioria das espécies são esporádicas. Para o folhedo terrestre duas espécies foram classificadas como comuns (*Beltraniella portoricensis* e *Cryptophiale kakombensis*) e três para o folhedo aéreo (*Atrosetaphiale flagelliformis*, *B. portoricensis* e *Circinotrichium olivaceum*), sendo uma espécie compartilhada entre os folhedos (*B. portoricensis*). Contudo, cinco espécies foram classificadas como ocasionais para o folhedo terrestre e apenas uma para o folhedo aéreo (Tabela 1).

Houve espécies exclusivamente registradas associadas ao folhedo aéreo: *Endophragmiella rigidiuscula*, *Hemibeltrania decorosa*, *Polydesmus elegans*, *Sporidesmium inflatum*, *Stachybotrys parvispora*, *Vermiculariopsiella cubensis*, *Zygosporium echinosporum* e *Z. masonii*. No entanto, outras espécies são catalogadas comumente em estudos de fungos filamentosos da serapilheira.

Tabela 1 – Periodicidade de ocorrência dos fungos filamentosos em amostras de folheto terrestre (FT) e folheto aéreo (FA) em oito pontos de amostragem no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, Brasil. Periodicidade de ocorrência: C = comum, O = ocasional, E = esporádico.

Espécies	Ponto1		Ponto2		Ponto3		Ponto4		Ponto5		Ponto6		Ponto7		Ponto8		Periodicidade de ocorrência (PO)	
	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA
<i>Atrosetaphiale flagelliformis</i> Matsush.	20				10		7.6		20		16.6		37.5		20		E	C
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	33,3	22.2					7.6		13.3				12.5	10.5	5		O	E
<i>Beltraniella portoricensis</i> (F. Stevens) Piroz. & S. D. Patil	33,3		12.5	8.3	25		30.7	9.0	13.3	20	16.6	28.5	25	5.2	25		C	C
<i>Chalara alabamensis</i> E.B.G. Jones & E.G. Ingram									9.0								E	-
<i>Chalara bulbosa</i> (B. Sutton & Piroz.) P.M. Kirk											6.6						E	-
<i>Chalara rostrata</i> Nag Raj & W.B. Kendr.				8.3	5												E	E
<i>Chloridium</i> sp.		22.2					7.6			6.6	8.3			5.2			O	E
<i>Chloridium transvaalense</i> Morgan-Jones, R.C. Sinclair & Eicker					10								14.2	5.2			E	E
<i>Chloridium virescens</i> (Pers.) W. Gams & Hol.-Jech.										6.6							E	-
<i>Circinotrichum olivaceum</i> (Speg.) Piroz.	8.3		37.5			9.0	15.3		13.3		8.3						E	C
<i>Cladosporium antillanum</i> R.F. Castañeda	8.3	11.1															E	E
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	10														10		E	E
<i>Cryptophialoidea fasciculata</i> Kuthub. & Nawawi				25	5	9.0	7.6	18.1	6.6								E	E
<i>Cryptophiale kakombensis</i> Piroz.					25	5				26.6	8.3	42.8					C	E
<i>Cryptophiale</i> sp.	8.3				5												-	E
<i>C. udagawae</i> Piroz. & Ichinoe										13.3		14.2		10.5			O	-
<i>Curvularia intermedia</i> Boedijn														10.5			E	-

Espécies	Ponto1		Ponto2		Ponto3		Ponto4		Ponto5		Ponto6		Ponto7		Ponto8		Periodicidade de ocorrência (PO)	
	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT		FT	FA	FT	FA	FT	FA	FT	FA
<i>Pseudobotrytis terrestris</i> (Timonin) Subram.					8.3												E	-
<i>Speiropsis pedatospora</i> Tubaki	10		11.1														E	-
<i>Sporidesmiella parva</i> (M.B. Ellis) P.M. Kirk		16.6	11.1		16.6				13.3	6.6							E	E
<i>Sporidesmium inflatum</i> (Berk. & Ravenel) M.B. Ellis		8.3															-	E
<i>S. parvispora</i> S. Hughes											8.3						-	E
<i>Vermiculariopsiella cubensis</i> (Castañeda) Nawawi, Kuthub. & B. Sutton						5											-	E
<i>Volutella</i> sp.			11.1						6.6				12.5				E	E
<i>Zygosporium echinosporum</i> Bunting & E.W. Mason		8.3															-	E
<i>Zygosporium masonii</i> S. Hughes															5		-	E

Os valores de riqueza por ponto de coleta foram diferentes, havendo uma maior riqueza e ocorrência no ponto 6 para os fungos do folheto terrestre e no ponto 3 para o folheto aéreo. As maiores diversidade de Shannon-Wiener foram para os pontos 8, seguido do ponto 4 e ponto 1 para o folheto terrestre e nos pontos 3, 5 e 4, respectivamente, no folheto aéreo. Essa diversidade espacial, expressa pelo índice de Shannon está associada à heterogeneidade florística dos pontos amostrais que fornecem os substratos adequados para serem colonizados pelos fungos filamentosos sapróbios. Os valores de equitabilidade foram superiores a 0,5 mostrando boa distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies para os folhedos terrestre e aéreo (Tabela 2, 3A e 3B).

Tabela 2 – Número de espécies e total de ocorrências dos fungos filamentosos de folheto terrestre e do folheto aéreo.

Pontos de amostragem	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Folheto terrestre</i>								
Riqueza	9	7	8	10	15	17	4	11
Total de Ocorrências	10	9	12	11	22	25	7	19
H diversidade	2.16	1.88	1.97	2.27	2.14	2.02	1.27	2.35
Equitabilidade	0.98	0.97	0.95	0.98	0.97	0.92	0.92	0.98
<i>Folheto aéreo</i>								
Riqueza	8	5	14	9	10	8	3	8
Total de Ocorrências	12	8	20	13	15	12	5	20
H diversidade	2.37	1.71	2.90	2.58	2.73	0.23	1.49	2.52
Equitabilidade	0.92	0.95	0.93	0.93	0.96	0.97	0.92	0.95

A maior riqueza de espécies foi encontrada associada ao folheto terrestre (37) quando comparado ao folheto aéreo (35), sendo 25 táxons comuns aos dois substratos. A comparação entre o folheto terrestre e o folheto aéreo revelou uma alta similaridade de 0,69 (Figura 2).

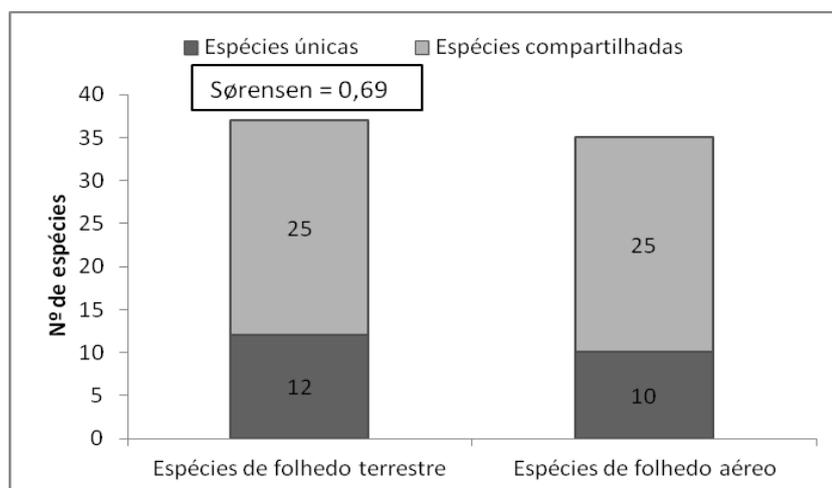


Figura 2 – Riqueza e índice de similaridade entre as espécies encontradas no folheto terrestre e folheto aéreo no PESP, Miguel Calmon, BA.

Houve uma dissimilaridade entre os pontos amostrais, sendo baixo os valores registrados, com o maior valor (46,1%) entre os pontos 5 e 7 para o folheto terrestre, e entre os pontos 2 e 4 para o folheto aéreo (Tabela 3A e 3B).

Tabela 3. Índice de Similaridade, entre os oitos pontos amostrais para fungos filamentosos do folheto terrestre (A) e folheto aéreo (B).

(A)

Pontos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I		22,2	13,3	20	22,2	11,1	-	10,5
II			40	30	22,2	33,3	15,3	21
III				11,7	40	40	40	25
IV					20	-	-	19
V						33,3	46,1	10,5
VI							30,7	10,5
VII								28,5
VIII								

(B)

Pontos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I		25	27,2	31,5	36,3	20	26,6	20
II			33,3	57,1	38	37,5	18,1	12,5
III				38	33,3	18,1	23,5	27,2
IV					47,6	42,1	42,8	31,5
V						36,3	47	27,2
VI							40	30
VII								53,3
VIII								

Discussão

A riqueza de espécies de fungos filamentosos do folheto terrestre e do folheto aéreo reflete a disponibilidade de substratos passíveis a colonização destes. Segundo Harley (1971) a colonização fúngica desses substratos é facilitada, pois estes sintetizam uma série de enzimas que ajudam na degradação dos compostos orgânicos em inorgânicos, facilitando a reincorporação de nutrientes nos ecossistemas. Números elevados de espécies de Myxomycetes foram encontrados associados ao folheto aéreo (Schnittler & Stephenson 2000, Black et al. 2004). Macabago et al. (2010) encontraram uma alta riqueza de espécies de Myxomycetes em folheto aéreo, cascas e folheto terrestre, respectivamente, e associaram essas diferenças encontradas as características físicas desses substratos. Características essas observadas, nesse estudo, como a presença de tricomas e da textura coriáceas das folhas. Meguro et al. (1980) observaram que diversos fatores influenciam o processo de decomposição do material foliar, sendo

as características físicas estruturais e químicas próprias de cada espécie vegetal. Parungao et al. (2002) atribuiu a baixa diversidade fúngica encontrada associada a 13 diferentes tipos de plantas a estrutura das folhas, por serem finas e quebradiças. Para todos os efeitos, as características climáticas e a diversidade do folheto na área investigada proporcionaram condições para atuação da micota sapróbia.

A composição dos táxons encontrados é amplamente apontada na literatura como decompositores de materiais vegetais em outras áreas, como esperado. A periodicidade de ocorrência revelou a predominância de espécies esporádicas, sendo de pouca ocorrência as espécies ocasionais e comuns. Estes resultados se assemelham aos demais realizados (Heredia 1993, Marques et al. 2008, Magalhães et al. 2011 e Muthukrishnan et al. 2012).

Muitos estudos têm sido conduzidos investigando fungos filamentosos em substratos específicos e mostram maior ou menor riqueza de espécies. Polishook et al. (1996) estudaram a diversidade de fungos filamentosos em espécies de *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae) e *Manilkara bidentata* (A.D.C.) Chev. (Sapotaceae) em floresta em Porto Rico, e a partir de observação direta identificou 24 espécies de fungos filamentosos, sendo 11 em *Guarea guidonia* e 18 em *Manilkara bidentata* e seis comuns. Parungao et al. (2002) registraram 39 fungos filamentosos em 13 diferentes tipos vegetais na Queslândia, Austrália. Esses estudos demonstram a importância do substrato para colonização dos fungos filamentosos, sendo este um fator limitante para o desenvolvimento fúngico. As diferenças encontradas nos pontos de coleta, podem estar associadas à contribuição significativa dos materiais investigados serem provenientes de uma gama de vegetais presentes na área de estudo.

A ocorrência de fungos filamentosos comumente registrados na serapilheira, encontrados nesse estudo colonizando exclusivamente o folheto aéreo, pode ser atribuída a uma série de fatores, pois como explicita Heredia-Abarca (1994) as folhas em qualquer etapa do seu ciclo de vida são um substrato adequado para o desenvolvimento de diversos tipos de fungos microscópicos, pois quando as folhas morrem, algumas espécies de fungos desaparecem e são substituídas por outras que sobrevivem as novas condições nutricionais e ambientais que prevalecem no solo. Dessa maneira, explicaria a presença de uma série de fungos no folheto aéreo, não registrada nas folhas da serapilheira, bem como a presença de alguns gêneros que são parasitas como: *Curvularia* e *Stachybotrys*, pois os fungos associados às folhas compreendem um grupo ecológico bem definido no qual se apresentam espécies sapróbias e parasitas (Heredia & Reyes-Estebanez 1999).

O estudo comparativo dos folhetos evidenciou valores de riqueza e equitabilidade maiores para o folheto terrestre, porém os valores maiores de diversidade foram para o folheto aéreo, bem como diferenças na composição de espécies entre os pontos amostrais. As diferenças observadas podem estar associadas às condições ambientais, grau de decomposição, variação do percentual de ocorrência e riqueza dos folhetos. Bills & Polishook (1994) associaram a alta diversidade de fungos nas florestas tropicais, em parte a variabilidade florística e aos demais organismos que as compõem. Kirby et al. (1990) reportam que as diferenças na composição da serapilheira e os diferentes tipos de substrato interferem na esporulação de algumas espécies fúngicas. O índice de diversidade de Shannon H é um índice que leva em conta o número de indivíduos, bem como número de táxons. Este tem sido utilizado para verificar diferenças das comunidades fúngicas: em diferentes camadas da serapilheira (Muthukrishnam et al. 2012), durante estações do ano (Ananda & Sridhar 2004), entre os dias do processo de sucessão (Yanna-Ho & Hyde 2002, Paulus et al. 2006), entre espécies diferentes de um mesmo gênero (Wang et al. 2008). Investigando a ecologia de

microfungos, em especial no folheto de árvores de florestas tropicais Paulus et al. (2006) consideram uma tarefa difícil, devido ao grande número de espécies e as limitações de métodos atualmente disponíveis para detecção da diversidade fúngica de forma rápida e confiável.

A comunidade dos fungos filamentosos do folheto terrestre e do folheto aéreo apresentaram alta similaridade, pois os substratos foram provenientes de uma mesma área de investigação, assim tendem a ter a composição da comunidade fúngica mais próxima. Estudos comparando microfungos isolado de folhas de *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae) e *Manilkara bidentata* (A.D.C.) Chev. (Sapotaceae) em Porto Rico, através da observação direta de câmaras-úmidas, registraram entre amostras de uma mesma espécie de diferentes áreas 44% para *M. bidentata* e 50% para *G. guidonia*, porém comparando as duas espécies nas áreas 1 e 2 obtiveram 28% e 25% de similaridade, respectivamente (Polishook et al. 1996). Wang et al. 2008 estudando cinco espécies de *Ficus* no nordeste da Tailândia, encontraram uma variação entre 28 e 45% de similaridade entre os substratos investigados. Heredia (1993) estudando espécies de *Quercus* e *Liquidambar* em florestas úmida do México mostrou composição significativamente similar entre as combinações das espécies: *Quercus germana* Cham. & Schlrcht x *Q. sartorii* Liemb. com 86%; *Q. germana* e *Liquidambar styraciflua* L. com 72% e *L. styraciflua* e *Q. sartorii* com 73%. No Brasil, a partir de observação direta de câmara-úmida, analisando folhas em decomposição da família Clusiaceae também na Serra da Jibóia, Barbosa et al. (2009) encontraram 60% de similaridade entre *Clusia mechiori* Gleason e *C. nemorosa* G. Mey. Magalhães et al. (2011) investigando três espécies vegetais em Mata Atlântica no Sul da Bahia encontraram 60,9% de similaridade entre *Harleyodendron unifoliolatum* Cowan (Leguminosae) e *Manilkara maxima* Pennington (Sapotaceae); 45,9 % entre *H. unifoliolatum* e *Parinari alvimii* Prance (Chrysobalanaceae) e *M. maxima* e *P. alvimii* foi de 61,5%. Todavia, a similaridade entre as três espécies vegetais revelou uma similaridade de apenas 39,6% e Marques et al. (2008) registraram uma baixa similaridade (25%) da comunidade fúngica entre áreas de Mata Atlântica na Serra da Jibóia, Bahia, sendo esta decorrente das diferentes espécies vegetais e características ambientais das áreas investigadas. Trabalhos que analisaram espécies específicas de plantas com exceção de Marques et al. (2008) com substratos mistos, revelaram a variação da similaridade, mostrando que uma série de fatores pode influenciar a colonização fúngica e determinar a composição da comunidade, não acontecendo naturalmente maior semelhança entre amostras de uma mesma espécie vegetal, proveniente de áreas distintas.

Dessa forma, observa-se nesse estudo que os diferentes substratos amostrados apresentam composições fúngicas distintas nos pontos investigados, assim áreas distintas floristicamente contribuem com substratos variados, que muitas vezes são limitantes ou favorecem a colonização fúngica. Assim, a continuidade deste estudo permitirá a melhor compreensão do funcionamento e dinâmica das comunidades fúngicas nesses espaços florestais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Botânica – PPGBot/UEFS e ao PPBIO (Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido) e ao CNPq, processo número 558317/2009-0 pelo suporte financeiro.

Referências

- Ananda K, Sridhar KR. 2004. Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf litter of mangrove forests in the southwest coast of India. *Current Science* 87: 1431-1437.
- Alvez, SM, Accioly, MC. 2009. Parque Estadual das Sete Passagens: mina d'água no semi-árido baiano. In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Curitiba: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação o Boticário de Proteção à Natureza.
- Anderson, JM, Swift, MJ, 1983. Decomposition in tropical forest. In: Tropical Rain Forest (eds Sutton, S.L., Whitmore, T.C., Chadwick, A.C., Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 287–309.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2006. Lejeuneaceae holostipas (Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20(3): 687-700.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2008. O gênero *Ceratolejeunea* Jack & Steph. (Lejeuneaceae, Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 35(1): 69-74.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2009. O gênero *Lejeunea* Libert (Lejeuneaceae) no Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 36(2): 303-320.
- Bills, GF, Polishook, JD. 1994. Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rainforest in Costa Rica. *Mycologia* 86: 187-198.
- Black, D.R., Stephenson, S.L. and Pearce, C.A. 2004. Myxomycetes associated with the aerial litter microhabitat in tropical forests of northern Queensland, Australia. *Systematics and Geography of Plants* 74: 129-132.
- Bray, JR, Gorham, E. 1964. Litter production in Forest of the world. *Advances Ecology of Research* 2: 101-157.
- Castañeda-Ruiz, R.F. 2005. Metodología em el estudio de los hongos anamorfos. In: Anais do V Congresso Latino Americano de Micología. Brasília. p. 182-183.
- Davies, J. 2010. IUCN ESARO – Drylands situation analysis. IUCN.
- Fujimaki R, Takeda H, Wiwatiwitaya D. 2008. Fine root decomposition in tropical dry evergreen and dry deciduous forests in Thailand. *Journal of Forest Research* 13:338–346
- Gradwohl, J, Greenberg, R. 1982. The effect of a single species of avian predator on the arthropods of aerial leaf litter. *Ecology* 63(2): 581-583.
- Harley BL. 1971. Fungi in ecosystems. *The Journal of Ecology*. 59: 653-668.
- Heredia, G. 1993. Mycoflora associated with green leaves and leaf litter of *Quercus germana*, *Quercus sartorii* and *Liquidambar styraciflua* in a mexican cloud forest. *Cryptogamie Mycologique* 14: 171-183.
- Heredia-Abarca, G. 1994. Hifomicetes dematiaceos en Bosque Mesofilo de Montaña. Registros Nuevos para Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 27:15-32.
- Heredia, G, Estebanez, MR. 1999. Hongos conidiales de bosque mesófilo: algunas species foliícolas y de la hojarasca desconocidas para México. *Revista Mexicana de Micología* 15: 79-88.
- Kirby, J, Webster, J, Baker, H. A particle plating method for analysis of fungal community composition and structure. *Mycological Research* 94: 621-626, 1990.
- Macabago SAB, Dagamac NHA, dela Cruz TEE. 2010 – Diversity and distribution of plasmodial myxomycetes (slime molds) from La Mesa Ecopark, Quezon City, Philippines. *Biotropia* 17, 51–61.

- Macêdo, JAC, Drummond, JA. 2010. Os Parques Estaduais da Bahia: uma avaliação da sua gestão participativa. AGIRÁS. Revista AGIR de Ambiente e sustentabilidades 2(3): 85-100.
- Magalhães, DMA, Luz, EDMN, Magalhães, AF, Santos-Filho, LPS, Loguercio, LL, Bezerra, JL. 2011. Riqueza de fungos anamorfos na serapilheira de *Manilkara maxima*, *Parinari alvimii* e *Harleyodendron unifoliolatum* na Mata Atlântica do Sul da Bahia. Acta Botanica Brasilica 25(4): 899-907.
- Marques, MFO, Gusmão, LFP, Maia, LC. 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(4): 954-961.
- Meguro, M, Vinueza, GN, Delitti, WBC. 1980. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. III – Decomposição do material foliar e liberação de nutrientes minerais. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 8: 7-20.
- Mercado-Sierra A, Holubová-Jechová V, Mena-Portales J, González-Fraginals G. 1987. Hongos imperfectos de Pinar del Río, Cuba: El ambiente y la taxonomía de hifomicetes demaciáceos hallados. Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática 22: 1-10.
- Montenegro, G. 2001. Biodiversity's importance in Dryland regions. TWAS Newsletter 13(2): 5-7.
- Muller-Dombois, D. 1981. Ecological measurements and microbial populations. Pp. 173-184. In: The fungal community: Its organization and role in the ecosystem (eds. Wicklow D.T., Carroll G.C.). New York, Marcel Dekker.
- Muthukrishnan S, Sanjayan KP, Jahir HK. 2012. Species composition, seasonal changes and community ordination of alkalotolerant micro fungal diversity in a natural scrub jungle ecosystem of Tamil Nadu, India. Mycosphere 3(2), 92-109.
- Parungao, MM, Fryar, SC, Hyde, KD. 2002. Diversity of fungi on rainforest litter in North Queensland, Australia. Biodiversity and Conservation 11: 1185-1194.
- Paulus, B, Gadek, P, Hyde, K. 2006. Successional Patterns of Microfungi in fallen leaves of *Ficus pleurocarpa* (Moraceae) in an Australian Tropical rain Forest. Biotropica 38: 42-51.
- Polishook, JD, Bills, GF, Lodge, DJ. 1996. Microfungi from decaying leaves of two rain forest trees in Puerto Rico. Journal of Industrial Microbiology 17: 284-294
- Remsen, JR, Parker, TA. 1984. Arboreal dead-leaf searching birds of the neotropics. The Condor 86: 36-41.
- Schnittler, M. & Stephenson, S.L. 2000. Myxomycete biodiversity in four different forest types in Costa Rica. Mycologia 92: 626-637.
- Yanna, Ho, WH, Hyde, KD. 2002. Fungal succession on fronds of *Phoenix hanceana* in Hong Kong. In: Fungal succession (KD Hyde and EBG Jones). Fungal diversity 10: 185-211.
- Xavier, AL, Napolli, MF. 2011. Contribution of environmental variables to anuran community structure in the Caatinga Domain of Brazil. Phyllomedusa 10(1): 45-64.
- Wang, HK, Hyde, KD, Soyong, K, Lin, F. 2008. Fungal diversity on fallen leaves of *Ficus* in northern Thailand. Journal of Zhejiang University Science B 9(10): 835-841.

CAPÍTULO 3**FUNGOS ANEMÓFILOS NA CHAPADA DIAMANTINA,
BAHIA, BRASIL***

MARQUES MFO^{1*} E GUSMÃO LFP²

¹ Professor Auxiliar. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus VII, Laboratório de Biologia Molecular e Fungos, Rodovia Lomanto Jr, Br 407, Km 127, 48970-000, Senhor do Bonfim, BA, Brasil

²Professor Titular. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil

*Artigo a ser submetido para publicação na Brazilian Journal of
Microbiology

FUNGOS ANEMÓFILOS NA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRASIL**Marcos F. O. Marques* e Luis F. P. Gusmão****

*Professor Auxiliar. Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus VII, Laboratório de Biologia Molecular e Fungos, Rodovia Lomanto Jr, Br 407, Km 127, 48970-000, Senhor do Bonfim, BA, Brazil

**Professor Titular. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brazil

Submitted:

Returned to authors for corrections:

Approved:

RESUMO

A dispersão dos fungos na natureza ocorre pelo ar atmosférico, bem como água, insetos, homem e animais. Estes são o principal componente particulado do ar e provocam alergia em homens e animais. Este estudo teve como objetivo determinar a micota, quantificar as unidades formadoras de colônias (UFC) de fungos anemófilos na floresta estacional semidecídua, e verificar sua diversidade e suas relações com alguns fatores abióticos, periodicidade diária e estações climáticas. Entre outubro/2009 e março/2010, foram expostas na floresta no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, Brasil, quatro placas de Petri contendo Ágar Sabourand, DG-18, CMA e Malte em quatro horários 8h, 12h, 16 h e 20h durante as estações seca e chuvosa. Foram isoladas 3031 colônias de fungos anemófilos, sendo identificados 26 táxons, distribuídos em 15 gêneros. *Penicillium* sp. (41,2%) e *Cladosporium cladosporioides* (24,2%) foram os táxons mais abundantes. A riqueza de espécies, bem como a diversidade, de acordo com índice de Shannon foi maior para as 12h. A PCoA, bem como a ANOVA aninhada evidenciou diferenças significativa entre os horários investigados, sendo 12h e 16h os horários mais similares, contudo não apresentou grupos distintos entre as estações. A análise de agrupamento revelou uma alta similaridade na composição de espécies entre os pontos amostrais, o que foi verificado pela CCA, na qual houve sobreposição de espécies entre os pontos amostrais. Alguns dos fungos registrados nesse estudo são importantes desencadeadores de alergias respiratórias. A quantidade de colônias isoladas foi bastante significativa, mostrando que uma alta concentração de esporos presente no ar, sobretudo na estação seca no Parque Estadual das Sete Passagens.

Palavras-chave: aerobiologia, bioaerosol, fungos, riqueza de espécies

*Corresponding Author. lgusmao@uefs.br, Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brazil

INTRODUÇÃO

Os bioaerossóis compreendem partículas biológicas ou produtos de organismos na atmosfera ou no ar de ambientes internos, este engloba cistos, poléns, fragmentos de vegetais, animais, vírus, bactérias e fungos (Lighthar & Mohr 1994, Pantoja 2007, Westbrook 2010).

Os fungos têm uma grande importância nos estudos aerobiológicos, por produzirem uma grande quantidade de esporos e outros fragmentos viáveis que às vezes, constituem o principal componente particulado no ar (Madelin, 1994). Estes são capazes de causar doenças agudas ou crônicas em seres humanos, que podem ser infecciosas, alérgicas ou tóxicas (Nayak & Behera 1998, Lacaz et al. 2002, Chao et al. 2002, Mezzari et al. 2002, Lugauskas et al. 2003, Bush et al. 2006, Solomon et al. 2006), bem como doenças em plantas (Hay e Goodley 1995, Sem e Asan 2001, Papeljnjak & Segvié 2003, Arya & Arya 2007).

A Aeromicologia é estudada em várias localidades em todo o mundo e a maioria desses estudos foi realizado na Europa, América do Norte e sudeste da Ásia (Caretta et al. 1983, Abdel Hameed et al. 2012). Estudos encontram-se disseminados por todo globo relacionando as variações de localidades, estação do ano, grau higroscópico, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, poluição, doenças alérgicas, entre outros (Rosas et al. 1990, Hasnain et al. 1993, Nayak & Behera 1998, Al-Subai 2002, Chao et al. 2002, Lugauskas et al. 2003, Menezes et al. 2004, Topbas et al. 2006, Zoppas et al. 2006, Abdel Hameed et al. 2012).

O objetivo deste trabalho foi determinar a micota anemófila, quantificar as unidades formadoras de colônias de fungos anemófilos na floresta estacional semidecídua, e verificar sua diversidade e suas relações com alguns fatores abióticos, periodicidade diária e estações climáticas deste ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Parque Estadual das Sete Passagens (PESP) está inserido na porção norte da Chapada Diamantina que compreende uma área da Cadeia do Espinhaço. O Parque localiza-se no município de Miguel Calmon, ficando a 367 km de Salvador, entre as

coordenadas 40°32'20,3" e 11°23'25,6". Na área no Parque encontram-se nascentes que suprem riachos como o rio Itapicuru Mirim, afluente importante da bacia do rio Itapicuru. Áreas de Campo Rupestre e fragmentos de floresta estacional semidecídua predominam no PESP. Foi amostrada uma área de 800 m² na floresta estacional, em oito parcelas (10 × 10 m) (Figura 1).

O tipo climático no PESP é Cwb com temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C (Macêdo & Drummond 2010). Os índices pluviométricos da área são inferiores a 800 mm anuais.

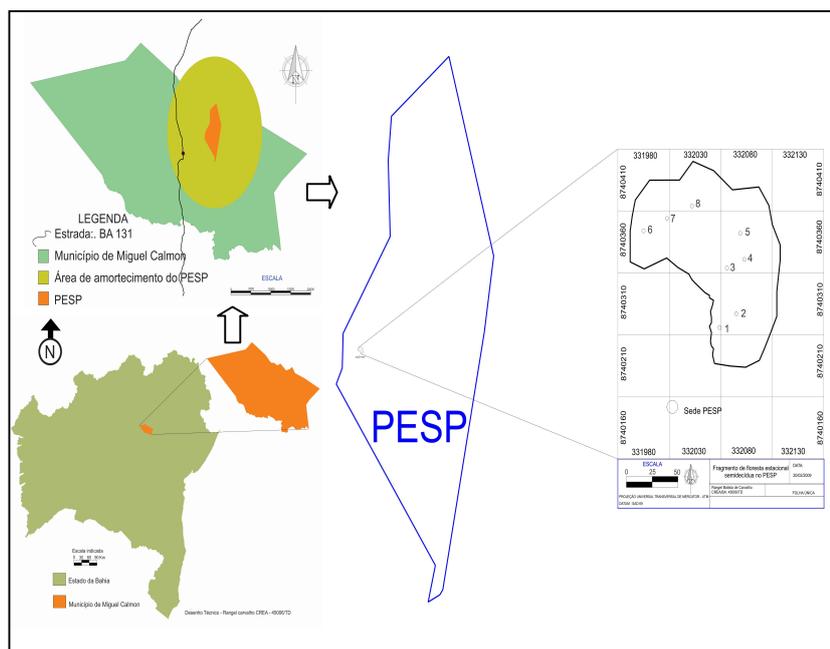


Figura 1 - Localização dos pontos amostrais na área de floresta estacional semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia. Elaboração: Rangel Batista de Carvalho (2009).

Amostragem

Para coleta dos fungos anemófilos utilizaram-se placas de Petri, contendo Ágar Extrato de Malte (MEA), Sabourand, CMA (Agar milho-cenoura) e Ágar dichloran glicerol-18 (DG18) (Chao *et al.* 2002), previamente preparados no Laboratório de Biologia Molecular e Fungos da UNEB.

A coleta foi realizada em oito pontos na área de floresta estacional semidecídua. As quatro placas contendo meio de cultivo, permaneceram abertas por um período de 10 minutos, nos oito pontos determinados sobre um suporte de madeira na altura de 1,50 m do solo.

As coletas foram realizadas em quatro horários (8h, 12h, 16h e 20h) durante outubro/2009 a março/2010, totalizando seis coletas.

As placas foram transportadas ao Laboratório e incubadas em estufa B.O.D. (CIENITEC) a 25 °C por um período de quatro dias até a formação das Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Após esse período as colônias foram contadas, repicadas e realizou-se a identificação das espécies de acordo com a bibliografia básica e especializada. Os fungos que não apresentaram esporulação foram designados fungos não esporulados.

Dados meteorológicos

Os dados de precipitação pluviométrica foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA, Brasil considerando Jacobina, Bahia a estação mais próxima ao Parque Estadual das Sete Passagens. A temperatura foi medida “*in situ*”, com o aparelho de multiparâmetro ambiental (Digital Environment Multimeter - YH2061).

De acordo com as diferenças climáticas do local de estudo, baseadas principalmente na precipitação dos últimos 10 anos e no conhecimento do regime de chuva, foi dividido em estação seca e estação chuvosa. A estação seca é caracterizada por quase total inexistência de chuvas (21,2 a 81,8 mm) e compreende os meses de outubro, novembro e dezembro. A estação chuvosa ocorre significativa precipitação e compreende o período de janeiro a março (95,7 a 1.461,3mm).

Análises estatísticas

A comparação da diversidade dos fungos entre os pontos amostrais foi realizada através do perfil de diversidade (série de Hill) (Hill 1973). A diversidade de espécies fúngicas em cada horário foi calculada usando Shannon-Wiener's index H (Krebs 1999):

$$H = - \sum P_i \ln P_i,$$

onde P_i é a frequência da espécie de fungo i ocorrendo em horário.

Na avaliação da distribuição de abundância entre as espécies foi aplicada curva de Whittaker (Magurran 2004). Os dados foram transformados em log devido as duas primeiras espécies serem muito mais abundantes e as espécies raras sub-representadas.

Os dados de abundâncias dos táxons nos oito pontos amostrais foram utilizados na análise de agrupamento, usando Morisita, através do método de ligação UPGMA, com a finalidade de evidenciar os padrões de similaridade entre os pontos amostrais.

Variações entre as estações, pontos amostrais e diversidade dos fungos filamentosos foram analisadas através de uma ANOVA hierárquica (aninhada), para determinação das variáveis significativas. A fim de se investigar a relação entre a composição e abundância das espécies com a estação seca e chuvosa, foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) a partir de uma matriz de abundância de cada estação, empregando-se o índice de similaridade de morisita entre unidades amostrais (Legendre e Legendre 1998), bem como a análise de correspondência canônica (CCA) entre as variáveis pluviometria, temperatura e as espécies de fungos (Legendre e Legendre 1998). As análises foram realizadas utilizando os software PAST (Hammer et al. 2001) e Programa Statistica 8.0®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram isoladas 3031 colônias de fungos anemófilos (anamorfos) durante a investigação na floresta estacional semidecídua, sendo identificados 26 táxons, distribuídos em 15 gêneros (Tabela 1).

Os táxons mais abundantes na área de estudo foram *Penicillium* sp4. (41,2%) e *Cladosporium cladosporioides* (24,2%) em ambas as estações, os demais táxons apresentaram uma porcentagem abaixo dos 6% (Tabela 1). O rank de abundância está representado na figura 2.

Tabela 1. Número de unidades formadoras de colônia (UFC) de fungos anemófilos, durante estação seca e chuvosa e percentual de ocorrência da espécie.

Táxon	Estação seca	Estação chuvosa	Número de colônias	%
<i>Acremonium</i> sp.	84	71	155	5,11
<i>Alternaria</i> sp.	27	3	30	0,99
<i>Aspergillus flavus</i> Link	60	13	73	2,41
<i>Aspergillus niger</i> (V. Tiehem) Blochw	12	6	18	0,59
<i>Aspergillus</i> sp1.	2	4	6	0,2
<i>Aspergillus</i> sp2.	19	11	30	0,99
<i>Aspergillus</i> sp3.	1	9	10	0,33

Táxon	Estação seca	Estação chuvosa	Número de colônias	%
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	4	0	4	0,13
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	423	310	733	24,2
<i>Cladosporium herbarium</i> (Pers.) Link	19	69	88	2,9
<i>Curvularia intermedia</i> Boedijn	13	36	49	1,62
<i>Curvularia</i> sp.	0	7	7	0,23
<i>Epicoccum</i> sp.	9	8	17	0,56
Fungos não esporulados	28	10	38	1,25
<i>Fusarium</i> sp.	8	19	27	0,89
<i>Monilia</i> sp.	10	89	99	3,27
<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) E.W. Mason	5	0	5	0,16
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson	82	32	114	3,76
<i>Paecilomyces</i> sp.	2	2	4	0,13
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	53	108	161	5,31
<i>Penicillium</i> sp1.	46	6	52	1,72
<i>Penicillium</i> sp2.	8	15	23	0,76
<i>Penicillium</i> sp3.	1	5	6	0,2
<i>Penicillium</i> sp4	874	375	1249	41,2
<i>Phialophora</i> sp.	1	8	9	0,3
<i>Pithomyces chartarum</i> (Berk. & M.A. Curtis) M.B. Ellis	1	7	8	0,26
<i>Trichoderma</i> sp.	6	10	16	0,53
Total	1798	1233	3031	100

Os padrões de distribuição de abundância de espécies observados na floresta estacional semidecídua, podem estar associados às diferenças dos horários, dos pontos amostrais, dados meteorológicos, bem como do esforço amostral. Estudos realizados em ambientes diferentes das condições observados na floresta estacional semidecídua investigada registraram entre os gêneros mais abundantes *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Penicillium* (Moustafa & Kame 1976, Gambale et al. 1977, Buck et al. 1985, Oliveira et al. 1993, Henríquez et al. 2001, Al-Subai 2002, Lugauskas et al. 2003, Emberlin et al. 2004, Levetin & Dorsey 2006, Basilico et al. 2007, Oliveira et al. 2009). Estes fungos são frequentemente encontrados na atmosfera em muitas regiões do mundo, sendo a dominância desses gêneros atribuída à habilidade de crescerem em vários substratos e em diferentes condições (Ellis 1971, Abdel Hameed et al. 2009). No entanto, apenas *Alternaria* e *Aspergillus* apesar de terem sido registrados não foram abundantes no presente estudo. Peat et al (1993) argumentam que os gêneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Penicillium* devem ser sempre considerados como uma provável causa da alergia fúngica.

O padrão registrado nesse estudo é típico, pois a maioria das amostras é dominada por um grupo pequeno de espécies que incluem quase toda a abundância do conjunto, sendo as demais espécies consideradas raras (Gotelli 2009). Para Ricklefs (1996) as espécies raras podem estar subamostradas, porém essa situação pode ser alterada caso aumente-se o tempo de amostragem.

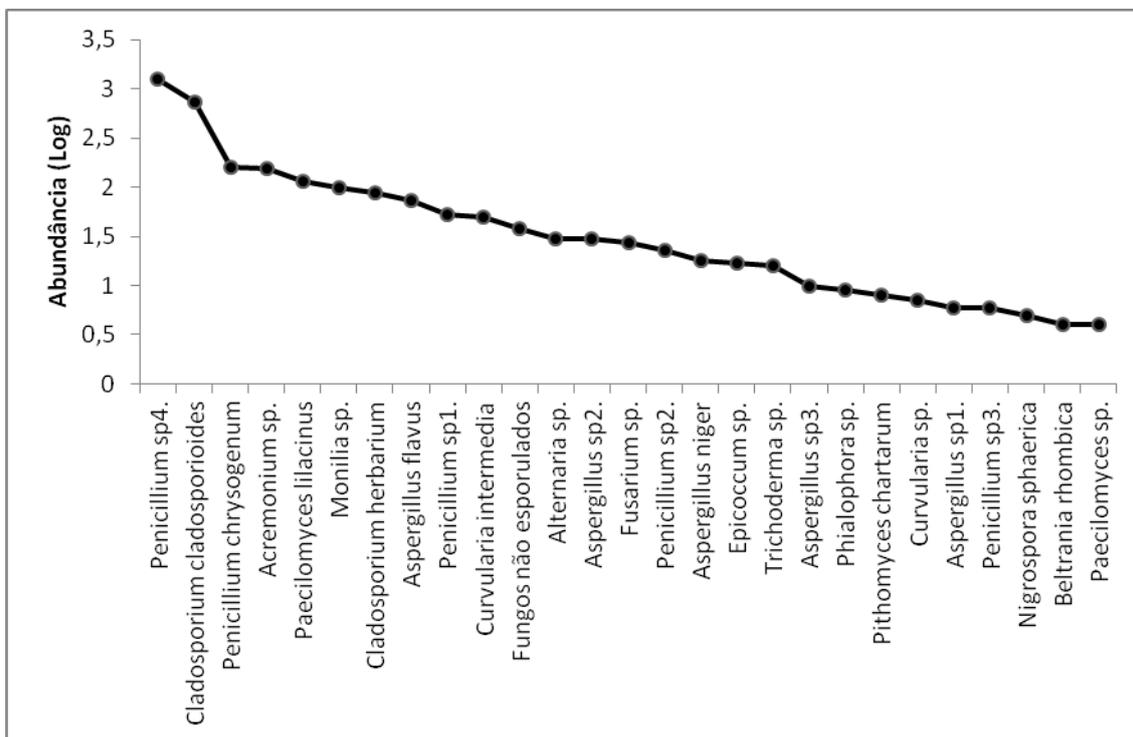


Figura 2. Diagrama de Whittaker – variação da abundância das espécies de fungos anemófilos (anamorfos) na floresta estacional semidecídua no PESP, Miguel Calmon, Bahia. Dados para o período de outubro 2009 a março/2010.

Ao analisar a riqueza e diversidade entre os pontos observa-se que os pontos três e sete apresentaram maior riqueza de espécies, seguido dos pontos dois e quatro, sendo os pontos um, cinco e seis que apresentaram menor riqueza. À medida que a curva de diversidade se sobrepõe entre eles, a equitabilidade ganha maior peso e o ponto três apresenta uma brusca redução na diversidade e o ponto cinco passa a ser o mais diverso, seguido dos pontos quatro e sete, de acordo com a série de Hill, para um intervalo de confiança por bootstrap de 95% (Figura 3). O ponto um foi o mais distinto em diversidade, visto que as curvas não se cruzam independentes da diversidade (alfa). Os diferentes valores de entropia de Hill obtidos equivalem a diferentes índices de diversidade (alfa = a), sendo a=0 equivalente a riqueza, a = 1 equivalente ao índice de Shannon e a= 2 equivalente ao índice de Simpson (Melo 2008). Dessa forma, se observa

que no início da curva a riqueza tem maior peso e ao final tem maior peso a equitabilidade.

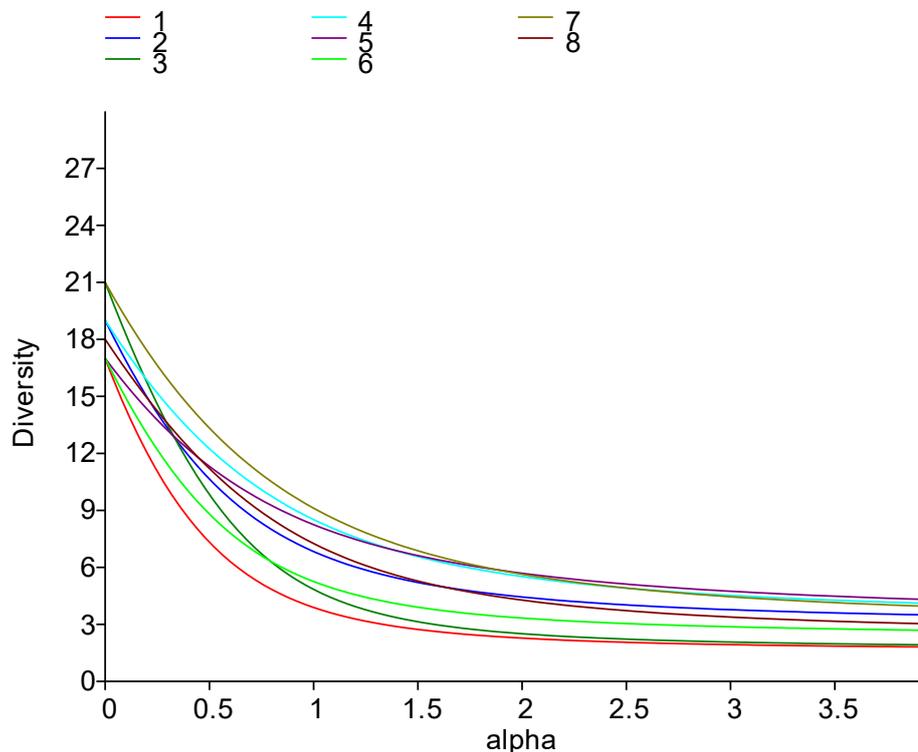


Figura 3 – Perfis de diversidade para os oito pontos amostrais na floresta estacional semidecídua no PESP, Miguel Calmon, Bahia, Brasil, usando a série de Hill. Dados para o período de outubro 2009 a março/2010.

A variação na diversidade entre os pontos pode estar associada à densidade e diversidade da vegetação na unidade amostral que interferem na circulação de ar e dos esporos. As características dos fungos anemófilos de uma dada área são regidas por inúmeros fatores, os mais importantes são densidade, tipo, e cobertura natural das plantas, bem como as condições climáticas prevalentes (Moustafa & Kamel 1976). De acordo com Basilico et al. (2007) a concentração fúngica difere de local para local, por causa das condições ambientais, habilidade de colonização do substrato pelos fungos, atividades humanas, entre outras variáveis. Para Madelin (1994) os esporos dos fungos anemófilos são depositados principalmente pela lavagem da chuva por sedimentação, devido à gravidade e por impactação em obstáculos. No ar seco esporos pequenos ficam com movimento simples, mas em áreas protegidas com vegetação acabam por cair ao solo, quando atingem as camadas inferiores de ar parado. Segundo Sgrillo (2010) em condições de insolação leve e de ventos com baixa velocidade, como a do interior da floresta, a concentração de esporos é elevada até cerca de 20 metros do ponto de

liberação dos esporos, declinando então exponencialmente e atingindo baixos valores com a altitude.

A diversidade de espécies entre os horários de amostragens dos fungos foi maior para as 16h, seguidos das 12h, 8h e 20h para o período chuvoso e 8h, 20h, 12h e 16 horas no período seco (Figura 4).

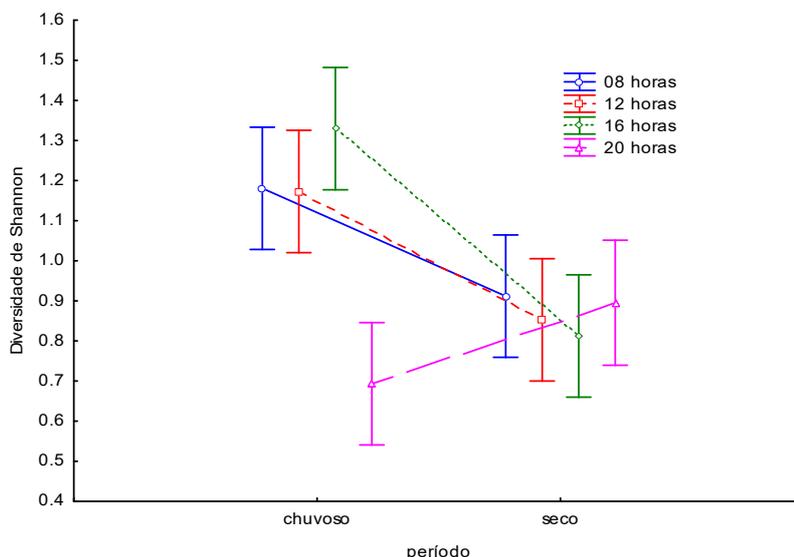


Figura 4- Valores médios da diversidade dos fungos anemófilos entre os quatro horários a e nas duas estações investigadas no PESP. Escalas de variação significativa da ANOVA aninhada: $p < 0,05$.

A ANOVA aplicada confirmou o efeito do período ($F = 17,00$; $p = 0,000057$), e das horas do dia ($F = 5,29$; $p = 0,001614$) e também dos pontos com menor valor ($F = 1,87$; $p = 0,075435$), o efeito da interação entre as duas variáveis independentes foi significativo ($F = 7,66$; $p = 0,000076$) (Tabela 2)

Tabela 2 – Análise de variância entre período, horas e pontos amostrais.

Efeito	Graus de liberdade	F	p
Período	1	17,009	0,000057
Horas*período	3	7,663	0,000076
Horas	3	5,295	0,001614
Ponto	7	1,879	0,075435
Erro	176		

Em floresta tropical úmida no Panamá foi registrado maior números de esporos durante a noite (19h) na estação chuvosa, no entanto na estação seca os maiores

registros foram para as 12h e 16h (Hutton e Rasmussen 1970). Os esporos encontrados no ar variam de acordo com a hora do dia e podem estar relacionados a respostas do ambiente, entre eles, os ventos que são comumente mais fortes próximos ao meio dia, comparados com outras horas, sendo o responsável por deslocar uma maior quantidade de esporos maduros (Ingold 1965). Essa periodicidade pode ter exercido influência na diversidade registrada às 12h, nos demais horários 8, 16 e 20h, a variação pode estar associada, conforme assinala Ingold (1965) a ciclos de luz e escuro, onde pode ocorrer a resposta de diferentes espécies e seus esporos podem seguir uma periodicidade na maturação. Al-Subai (2002) verificou que as contagens totais de colônias de fungos foram regularmente e significativamente maior às 12 horas e a menor com o menor as 24h (meia-noite) e 6 (manhã).

Em áreas com vegetação rasteira e arbustiva no estado de São Paulo, Brasil Gambale et al. (1983) registraram a ocorrência de maior número de fungos as 15h relacionados com aumento de temperatura, velocidade do vento e insolação, argumentando que entre 9 e 15 horas haveria maior quantidade de esporos no solo ou em outros substratos e o vento atuaria como fator preponderante para o aumento da concentração destes na atmosfera e que o período noturno é propício ao crescimento vegetativo. Diferente do presente estudo realizado em área de floresta que de acordo com Sgrillo (2010) apresenta insolação leve e ventos de baixa velocidade.

A diferença entre os períodos foi significativa, bem como se verifica na diminuição da diversidade no período seco, com exceção no horário das 20h (Figura 4). Por causa das características regionais, uma marcante influência entre as estações foi observada. Segundo Hay e Goodley (1995) um dos mecanismos alcançados ao longo de milênios, durante a evolução dos fungos foi a capacidade de dispersar-se através do ar, com o desenvolvimento de esporos que são adaptados para resistir a diferentes condições ambientais.

Alguns fungos têm mecanismos ativos de descarga de esporos e o lançamento de esporos na atmosfera é muitas vezes diretamente controlado pelo aparecimento da luz ou em muitos outros fungos, como os patógenos de plantas, a liberação de esporos é passiva, ocorrendo através de um processo mecânico, como o vento ou a chuva (Topbas et al. 2006). Tais variações diárias podem estar associadas a esses fatores, pois como evidenciaram Carlile et al. (2001) as condições ambientais determinaram o tempo de lançamento dos esporos no ar. Segundo Smith et al. (2009) bactérias e fungos são lançados na atmosfera principalmente por tempestades de poeira sobre regiões áridas do

planeta, além de fogo e fontes antropogênicas que também contribuem com a quantidade total de material biológico do ar.

Nota-se a maior variação no período das 20h entre as estações, bem como uma alta diversidade no período seco (Figura 4). Segundo Pauliquevis et al. (2007) o período noturno na floresta é caracterizado por uma atmosfera estável, com baixa velocidade do vento, o que diminui a dispersão dos esporos, facilitando sua acumulação junto das espécies emissoras, e muitas espécies de fungos são conhecidas por serem esporuladores noturnos, o que explicaria o aumento da diversidade em alguns momentos durante os meses de estudos.

A similaridade entre os horários investigados (PCoA) em função da abundância e composição de espécies demonstra que 16 e 12 horas são bem similares, e que 20 e 8h são diferentes entre si e entre 16 e 12h (Figura 5).

Em estudo realizado em zona urbana e rural no norte de Portugal foi observado que a concentração de esporos *Alternaria* subiu no início da tarde e atingiu valores máximos durante o fim da tarde e início da noite. Para *Aspergillus/Penicillium* as concentrações horárias foram altas durante tarde e noite e *Cladosporium* o pico de concentração de conídios foram de tarde para e início da noite, comportamento este explicado com base na umidade relativa do ar, a qual facilita o processo de esporulação, acompanhada por uma redução da turbulência atmosférica (Oliveira et al. 2009).

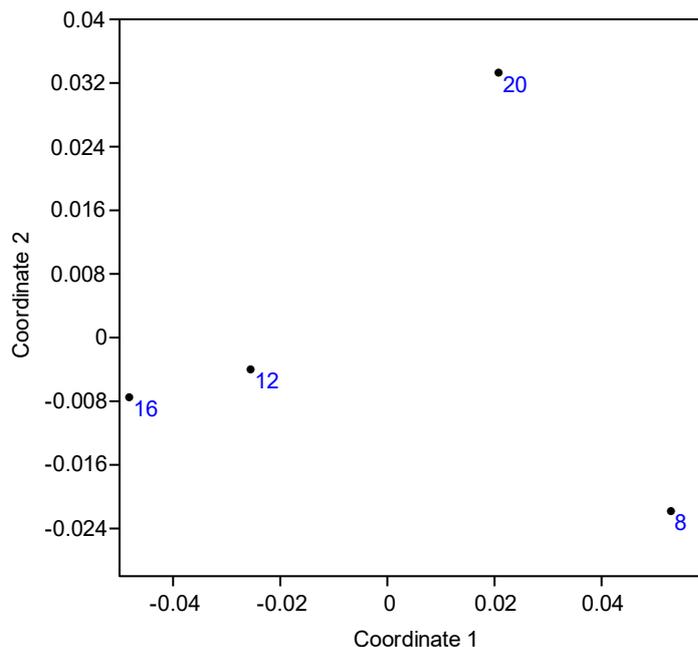


Figura 5 - Ordenamento dos horários investigados para fungos anemófilos na floresta estacional semidecídua no PESP, em função da composição e abundância de espécies, segundo a Análise de Coordenadas Principais (PCoA)

A Análise de Agrupamento mostrou que a micota apresentou significativa similaridade entre os pontos amostrais, sendo formados dois grupos, havendo a separação dos fungos anemófilos coletados nos pontos 5, 7 e 8, daqueles coletados nos demais pontos (1, 2, 3, 4 e 6) onde houve a formação de três subgrupos, sendo o ponto 6 mais distinto (Figura 6). A similaridade entre os pontos podem ser decorrentes da semelhança entre o padrão dos fungos encontrados na superfície da vegetação e o padrão de esporos de fungos do ar sugere que a vegetação é o principal contribuinte dos esporos e o solo é um menor (Al-Subai 2002). O alto número de espécies comuns reflete a pouca particularidade destas no microhabitat investigado, e pode estar associada à capacidade dispersiva das espécies e das condições ambientais. O agrupamento dos pontos em dois grupos principais indica estar relacionadas diferenças na distribuição de espécies dos fungos nos diferentes locais (Rao et al. 2009).

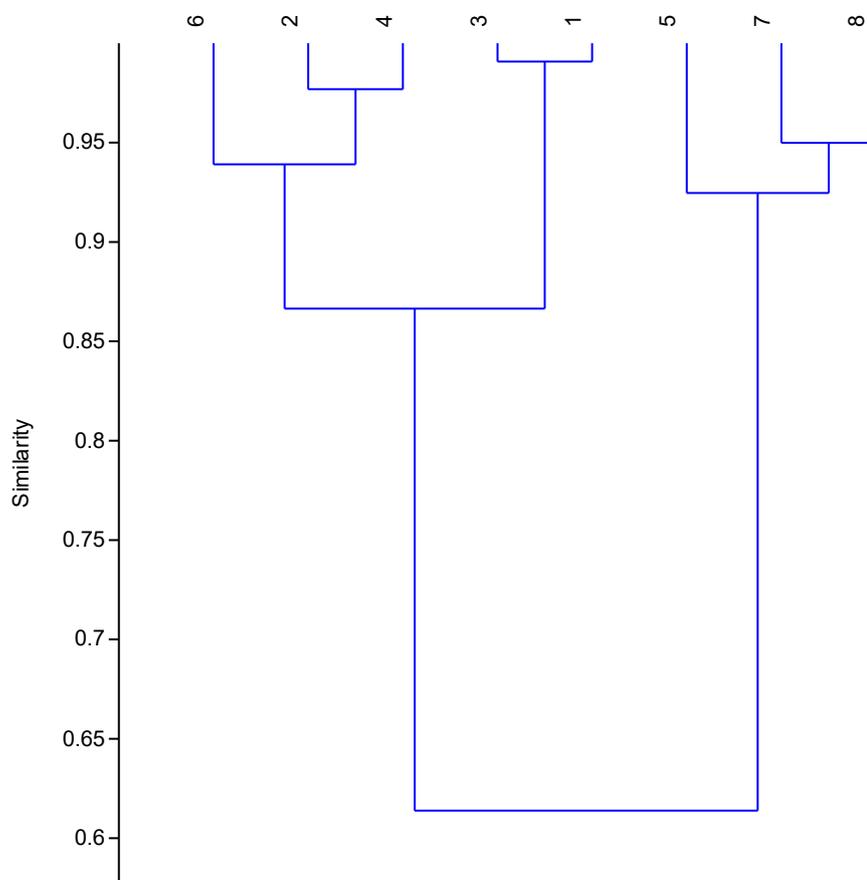


Figura 6 - Dendrograma obtido pela UPGMA representando a similaridade (Morisita-Horn) entre os pontos amostrais, baseado na abundância dos fungos anemófilos (anamorfos) coletados na floresta estacional semidecídua, Miguel Calmon (BA). Índice de correlação cofenética (0,80)

Os arranjos espaciais advindos do PCoA (os eixos 1 e 2 respondem por 76% da variabilidade) mostram que existem sobreposições entre os pontos amostrais entre as estações seca e chuvosa, revelando que não há uma tendência na formação de grupos distintos entre as estações (Figura 7), contudo verifica-se que há uma diferença entre abundância e composição das espécies na estação seca para chuvosa de cada ponto (Tabela 1).

A maioria dos fungos apresentou maior abundância na estação seca (Tabela 1), Os resultados da Análise de Correspondência Canônica CCA corroboram os da UPGMA e PCoA evidenciando que não houve uma separação entre os pontos amostrais, assim como foi verificada baixa correlação entre as variáveis ambientais (pulviometria e temperatura) (Figura 8). Nesta análise observou-se uma maior

correlação da temperatura ($R_c = 0,222$) e da pulviometria ($R_c = 0,426$) com o eixo principal.

A bioclimática tropical favorece em todas as estações, o crescimento e proliferação de espécies de fungos. Os esporos característicos de clima seco, como dos fungos anamorfos são prevalentes nos meses mais quentes do ano e durante as estações de menor umidade (Zoppas et al. 2006). Em estudo realizado em Natal, Nordeste do Brasil em áreas abertas na cidade verificou-se que na estação seca houve uma maior concentração de fungos quando comparada a estação chuvosa (Oliveira et al. 1993). O presente estudo em área de floresta registrou maior concentração no período seco. Todavia, os fungos registrados não parecem ter um padrão de prevalência na área amostrada. Para Inal et al. (2008) as concentrações de fungos em ambientes externos são maiores no verão. Topbas et al. (2006) registraram na Turquia, em área urbana uma maior concentração de fungos anemófilos no verão, assim como Chao et al. 2002 observaram em Boston, Estados Unidos da América. Estudos similares em diferentes regiões geográficas mostram maior concentração de fungos nas épocas secas do ano.

As concentrações aumentadas de fungos anemófilos medidas no verão e outono no centro de Vilnius, Lituânia foi explicada pelo aumento das fontes de microfungos, bem como fatores meteorológicos, sendo que no inverno há uma baixa concentração dos fungos (Lugauskas et al. 2003), sendo que vários trabalhos em ambientes externos mostraram uma correlação positiva entre a concentração dos fungos e a temperatura (Burch & Levetin 2002, Stennett & Beggs 2004), bem como a precipitação e umidade relativa quase sempre tem efeitos profundos sobre os esporos de fungos (Topbas et al. 2006).

No mundo, muitos estudos têm sido conduzidos apresentando a distribuição sazonal para gêneros e espécies mostrando a prevalência de *Penicillium* no verão e *Cladosporium* no outono (Gambale et al. 1977). Outros estudos não mostraram diferenças significativas entre os períodos amostrados para *Cladosporium* (Rosas et al. 1990, Wu et al. 2007) e *Penicillium* (Topbas et al. 2006). Todavia, a ocorrência de certos tipos de fungos que apresentaram restrição de estações, pode ser registrada esporadicamente em outros períodos do ano (Nayak & Behera 1998). Segundo Buck et al. (1985) fatores climáticos atuam diferentemente sobre um mesmo fungo, sendo o resultado dessas ações expressas no ambiente.

As diferenças encontradas na abundância e riqueza dos fungos anemófilos entre as estações refletem a heterogeneidade dos fatores ambientais e a particularidade da biologia do grupo associada à área de estudo. Neste sentido, torna-se essencial o conhecimento da diversidade fúngica no ar atmosférico em ambientes florestais. As diferenças na estrutura e composição das comunidades entre os pontos amostrais, distintos floristicamente, devem ser investigadas futuramente e possibilitará uma melhor compreensão do funcionamento e dinâmica das comunidades de fungos anemófilos.

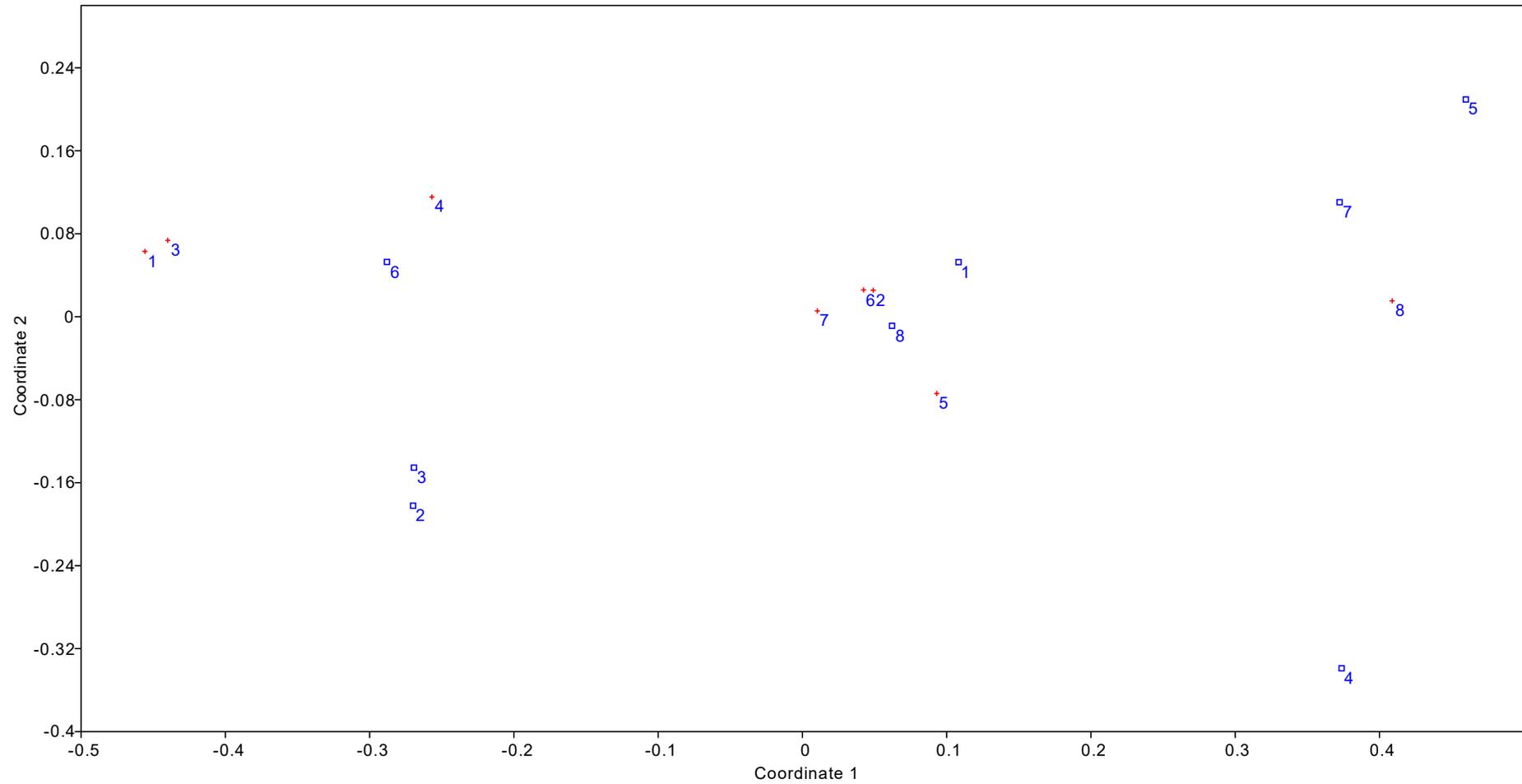


Figura 7 - Similaridade da composição de fungos anemófilos entre as estações seca e chuvosa na floresta estacional semidecídua no PESP, Miguel Calmon, BA. Em vermelho os pontos amostrais para o período seco e em azul para o período chuvoso.

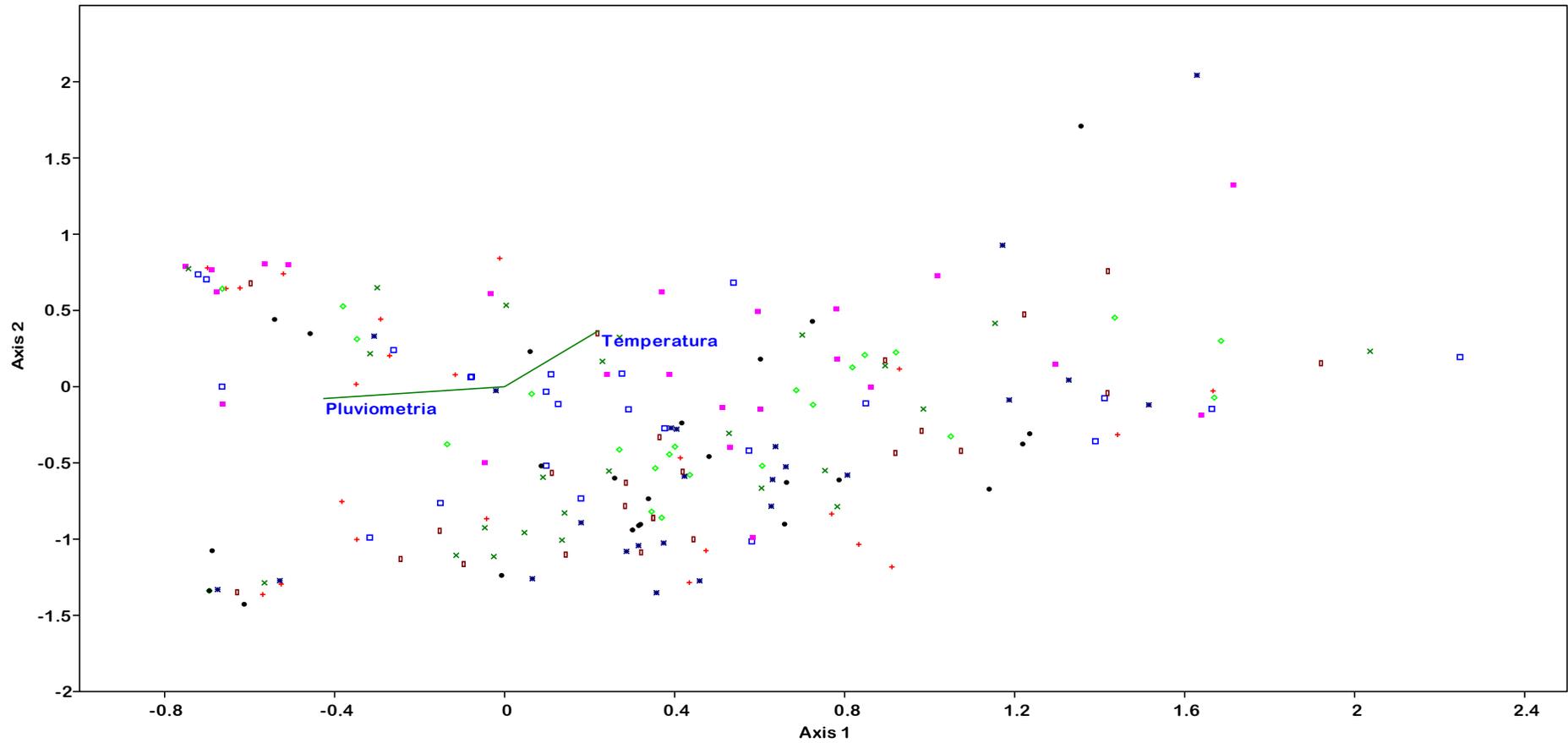


Figura 8- Análise de correspondência canônica entre as variáveis: temperatura e pluviometria e as espécies de fungos por pontos amostrais. Cada cor corresponde a um ponto amostral.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Botânica – PPGBot/UEFS e ao PPBIO (Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido) e ao CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- Abdel Hameed, A. A., Green, C. F. & Gibbs, S. H. G. (2006). Rainfall and its effect on ambient airborne fungi in Giza, Egypt, *Journal of Environmental Sciences* 32: 275-192.
- Abdel Hameed, A. A., Khoder, M. I., Yuosra, S., Osman, M. E. & Ghanem, S. (2009). Diurnal distribution of airborne bacteria and fungi in the atmosphere of Helwan area, Egypt, *Science of the Total Environment*, 407: 6217-6222.
- Abdel Hameed, A. A., Khoder, M. I., Ibrahim, Y. H., Saeed, Y., Osman, M. E. & Ghanem, S. (2011). Study on some factors affecting survivability of airborne fungi. *Science of the total Environment* 414: 696–700
- Al-Subai, A. A. T. (2002). Air-borne fungi at Doha, Qatar. *Aerobiologia* 18: 175-183.
- Alvez, SM, Accioly, MC. 2009. Parque Estadual das Sete Passagens: mina d'água no semi-árido baiano. In: Anais do VI Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Curitiba: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação o Boticário de Proteção à Natureza.
- Arya, C. & Arya, A. (2007). Aeromycoflora of fruit markets of Baroda, India and associated diseases of certain fruits. *Aerobiologia* 23: 283-289.
- Basilico, M. L. Z., Chiericatti, C. Aringoli, E. E., Althaus, R. L. & Basilico, J. C. (2007). Influence of environmental factors on airborne fungi in houses of Santa Fe city, Argentina, *Science of the Total Environment*, 376: 143-150.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2006. Lejeuneaceae holostipas (Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20: 687-700.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2008. O gênero *Ceratolejeunea* Jack & Steph. (Lejeuneaceae, Marchantiophyta) no Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 35: 69-74.
- Bastos, CJP, Yano, O. 2009. O gênero *Lejeunea* Libert (Lejeuneaceae) no Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 36: 303-320.
- Buck, N., Gambale, V., Gambale, W. & Paula, C. R. (1985). Microbiota fúngica anemófila da cidade de Presidente Prudente, estado de São Paulo. *Revista de Microbiologia* 16: 9-14.
- Burch, M. & Levetin, E. (2002). Effects of meteorological conditions on spore plumes. *International Journal of Biometeorology* 46: 107-117.
- Bush R. K, Portnoy, J.M., Saxon, A., Terr, A.I., Wood, R.A. (2006). The medical effects of mold exposure. Position paper from the American Academy of Allergy, Asthma & Immunology. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 117: 326-333.
- Caretta, G., Crippa, A., Della Franca, P., Del Frate, G., Guglielminetti, M., Mangiarotti, A. M., Picco, A. M. & Savino, E. (1983). Airborne fungi at Pavia (Italy). *Boletín Micológico* 1: 187-199.
- Carlile, M. J., Watkinson, S.C. & Gooday, G.W. (2001). *The Fungi*. 2 ed. Academic Press, San Diego.

- Chao, H. J., Schwartz, J., Milton, D. K. & Burge, H. A. (2002). Populations and Determinants of Airborne Fungi in Large Office Buildings. *Environmental Health Perspectives* 110: 777-782.
- Colwell, R.K. 2010. Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persisten URL (purl.oclc.org/estimates).
- Ellis, M. B. (1971). *Dematiaceous Hyphomycetes*, CAB International: Oxon, UK.
- Emberlin, J., Adams-Groom, B., Treu, R. & Carswell, F. (2004). Airborne pollen and fungal spores in Florist shops in Worcester and in Bristol, UK: a potential problem for occupational health. *Aerobiologia* 20: 153-160.
- Funch, L. S., Funch, R. R., Giuliatti, A. M., Queiroz, L. P., Melo, E., Santos, T., Harley, R., França, F. & Gonçalves, C. N. (2005). Florestas Estacionais semidecíduas. In: Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Flora Acuna, Junca, Ligia Funch e Washington Rocha; organizadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Gambale, W., Purchio, A. & Croce, J. (1977). Flora fúngica anemófila da grande São Paulo. *Revista de Microbiologia* 8: 74-79.
- Gambale, W., Purchio, A. & Paula, C. R. (1983). Influência de fatores abióticos na dispersão aérea de fungos na cidade de São Paulo, Brasil. *Revista de Microbiologia* 14: 204-214.
- Gotelli, N. J. (2009). *Ecologia*. 4 ed. Londrina: Ed. Planta.
- Hammer, Ø.; Harper, DAT, Ryan, PD. 2008. Past Palaeontological Statistics, ver. 1.12. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>.
- Hasnain, S. M. (1993). Influence of meteorological factors on the air spora. *Grana* 32: 184-188.
- Harley, RM. 1995. Introduction. In: B.L. Stannard (ed.). Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia. pp. 1-40. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Hay, R. J., Clayton, Y. M, Goodley, J. M. (1995). Fungal aerobiology: how, when and where? *Journal of Hospital Infection* 30:352-357
- Henríquez, V. I., Villegas, G. H. & Nolla, J. M. R. (2001). Airborne fungi monitoring in Santiago, Chile, *Aerobiologia* 17: 137-142.
- Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54(2):427-432.
- Hutton, R. S., Rasmussen R. A. 1970. Microbiological and chemical observations in a tropical forest. In H. T. Odum and R. F. Pigeon (Eds.). *A tropical rain forest. A study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico*, pp. 43-56. Atomic Energy Commission, Washington, District of Columbia.
- Inal, A. Karakoc, G. B., Altintas, D. U., Pinar, M. C. T., Yilmaz, M. & Kendirli, S. G. (2008). Effect of Outdoor Fungus Concentrations on Symptom Severity of Children with Asthma and/or Rhinitis Monosensitized to Molds. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*. 26: 11-17.
- Ingold, C. T. (1965). *Spore liberation*. Clarendon Press Oxford.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. 2nd ed. Addison Wesley Longman. USA.
- Lacaz, C. S., Porto, E., Martins, J. E. C., Heins-Vaccari, E. M. & Melo, N. T. (2002). *Tratado de micologia médica*. São Paulo: Sarvier.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1998. *Numerical Ecology*. 2nd ed. New York, Elsevier.
- Levetin, E. & Dorsey, K. (2006). Contribution of leaf surface fungi to the air spora, *Aerobiologia* 22: 3-12.
- Lighthart, B. & Mohr, A.J. (1994). *Atmospheric microbial aerosols-theoretical and applied aspects*. Chapman & Hall, New York.

- Lugauskas, A., Sveistytė, L. & Ulevicius, V. (2003). Concentration and species diversity of airborne fungi near busy streets in Lithuanian urban areas. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 10: 233-239.
- Macêdo, J.A.C. Drummond, J.A. 2010. Os Parques Estaduais da Bahia: uma avaliação da sua gestão participativa. *AGIRÁS. Revista AGIR de Ambiente e sustentabilidades* 2(3): 85-100.
- Madelin, T. M. (1994). Fungal aerosols: a review. *Journal of Aerosol Science* 25: 1405-1412.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Melo, A. S.(2008). O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?. *Biota Neotropica* 8: 21-27.
- Menezes, E. A., Trindade, E. C. P., Costa, M. M., Freire, C. C. F., Cavalcante, M. S. & Cunha, F. A. (2004). Airborne fungi isolated from Fortaleza city, state of Ceará, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 46: 133-137.
- Mezzari, A., Perin, C., Santos-Júnior, S. A. & Bernd, L. A. G. (2002). Airborne fungi in the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 44: 269-272.
- Moustafa, A. F. & Kamel, S. M. (1976). A study of fungal spore populations in the atmosphere of Kuwait. *Mycopathologia* 59: 29-35.
- Nayak, B.K. & Behera, A. N. N. (1998). Airborne fungal spores in an industrial area: seasonal and diurnal periodicity. *Aerobiologia* 14: 59-67.
- Oliveira, M. T. B., Braz, R. F. S. & Ribeiro, M. A. G. (1993). Airborne fungi isolated from Natal, state of Rio Grande do Norte, Brazil. *Revista de Microbiologia*. 24: 198-202.
- Oliveira, M., Ribeiro, H., Delgado, J. L. & Abreu, I. (2009). Seasonal and intradiurnal variation of allergenic fungal spores in urban and rural areas of the North of Portugal. *Aerobiologia* 25: 85-98.
- Pantoja, L. D. M., Couto, M. S. & Paixão, G. C. (2007). Diversidade de bioaerossóis presentes em ambientes urbanizados e preservados de um campus universitário. *Biológico*, 69: 41-47.
- Pauliquevis, T., Artaxo, P., Oliveira, P. H. & Paixão, M. (2007). O papel das partículas de aerossol no funcionamento do ecossistema amazônico. *Ciência e Cultura* 59: 48-50.
- Peat, J. K., Tovey, E., Mellis, C. M., Leeder, S. R., & Woolcock, A. J. (1993). Importance of house dust mite and *Alternaria* allergens in childhood asthma-an epidemiologic-study in two climatic regions of Australia. *Clinical and Experimental Allergy* 23: 812-820.
- Pepeljnjak, S. & Segvié, M. (2003). Occurrence of fungi in air and on plants in vegetation of different climatic regions in Croatia. *Aerobiologia* 19: 11-19.
- Rao, T. A., Shaikh, A. H. & Ahmed, M. (2009). Airborne Fungal Flora of Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 41: 1421-1428.
- Ricklefs, R. E. 1996. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Rosas, I., Escamilla, B., Calderon, C. & Mosiño, P. (1990). The daily variations of airborne fungal spores in Mexico city. *Aerobiologia* 6: 153-158.
- Sem, B. & Asan, A. (2001). Airborne fungi in vegetable growing areas of Edirne, Turkey. *Aerobiologia* 17: 69-75.

- Sgrillo, R. (2010). *Modelos Matemáticos para Simular a Introdução e Dispersão da Monilíase do Cacaueiro no Brasil*. Relatório de Pós Doutorado realizado na ESALQ/USP. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA.
- Smith, D.J., Griffin, D. W. & Schuerger, A. C. (2009). Stratospheric microbiology at 20 km over the Pacific Ocean. *Aerobiologia* 26: 35–46.
- Solomon, G. M., Hjelmroos-Koski, M., Rotkin-Ellman, M. & Hammond, S. K. (2006). Airborne Mold and Endotoxin Concentrations in New Orleans, Louisiana, after Flooding, October through November 2005. *Environmental Health Perspectives*, 114: 1381-1386 .
- Stennett, P. J. & Beggs, P. J. (2004). *Alternaria* spores in the atmosphere of Sydney, Australia, and relationship with meteorological factors. *International Journal of Biometeorology* 49: 98-105.
- Topbas, M., Tosun, L., Çan, G., Kaklikkaya, N. & Aydin, F. (2006). Identification and seasonal distribution of airborne fungi in urban outdoor air in an eastern black sea Turkish town. *Turkish Journal of Medical Sciences* 36: 31-36.
- Westbrook, J.K. 2010. *Aerobiology. Guide to Agricultural Meteorological Practices*. World Meteorological Organization. WMO-No. 134. Geneva, Switzerland.
- Wu, Y., Chan, C., Rao, C. Y., Lee, C., Hsu, H., Chiu, Y. & Chao, H. J. (2007). Characteristics, determinants, and spatial variations of ambient fungal levels in the subtropical Taipei metropolis. *Atmospheric environment* 41: 2500-2509.
- Xavier, AL, NAPOLLI, MF. 2011. Contribution of environmental variables to anuran community structure in the Caatinga Domain of Brazil. *Phyllomedusa* 10(1): 45-64.
- Zoppas, B. C. A., Valencia-Barrera, R. M., Duso, S. M. V. & Fernández-González, D. (2006). Fungal spores prevalent in the aerosol of the city of Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, over a 2-year period (2001-2002). *Aerobiologia* 22: 119-126.

CONCLUSÕES GERAIS

- ❖ Noventa e cinco táxons de fungos filamentosos foram registrados associados ao folheto aéreo (55) e serapilheira (62);
- ❖ Os diferentes microhabitats investigados apresentaram diferenças em termo de composição das espécies;
- ❖ As folhas foram os substratos mais ricos em número de espécies entre os substratos da serapilheira, devido a sua composição estrutural que permite a colonização de uma ampla gama de fungos;
- ❖ A comparação entre os folhedos revelou 47 táxons, sendo registrados 37 táxons em folheto terrestre e 35 em folheto aéreo, ocorrendo uma alta similaridade (69%);
- ❖ A periodicidade de ocorrência das espécies de fungos foi predominantemente esporádica para ambos os folhedos;
- ❖ Foram isolados 3031 colônias de fungos anemófilos, distribuídos em 26 táxons;
- ❖ A maioria dos isolados dos fungos anemófilos foram de *Cladosporium cladosporioides* e *Penicillium* sp.;
- ❖ O horário das 12h apresentou maior riqueza e diversidade de espécies de fungos anemófilos;
- ❖ Com relação à sazonalidade fúngica anemófila foi obtido maior número de ocorrências no período seco;
- ❖ O Parque Estadual das Sete Passagens possui uma alta riqueza e diversidade de fungos filamentosos da serapilheira, folheto aéreo e

fungos anemófilos associados ao fragmento de floresta estacional semidecídua;

- ❖ O estudo realizado constitui-se de um resultado inédito em relação ao conhecimento da micota de fungos do folheto aéreo e dos fungos anemófilos em floresta estacional semidecídua;
- ❖ A variação observada na comunidade de fungos da serapilheira, folheto aéreo e anemófilos indicam as particularidades dos grupos as condições ambientais e substratos colonizados. O acompanhamento dessa comunidade por um longo período poderá fornecer novas informações que subsidiarão os padrões encontrados para área.

COMUNIDADE DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA NO PARQUE ESTADUAL DAS SETE PASSAGENS, MIGUEL CALMON, BAHIA

Marcos Fabio Oliveira Marques

RESUMO

A importância dos fungos filamentosos não se limita ao papel que desempenham no equilíbrio ecológico como decompositores e reguladoras de populações fitopatogênicas, mas também pelo potencial enzimático e metabólicos secundários que produzem e são utilizados nas indústrias farmacêuticas e alimentícias. No entanto, o conhecimento sobre a diversidade e aspectos ecológicos de fungos filamentosos da serapilheira, folheto aéreo e fungos anemófilos no Brasil ainda são incipientes. Os fungos filamentosos da floresta estacional semidecídua do Parque Estadual das Sete Passagens (PESP), Miguel Calmon, Bahia foram estudados com o objetivo de se conhecer a composição, riqueza, diversidade e abundância destes relacionando com fatores ambientais da área. Para os fungos da serapilheira e folheto aéreo foram realizadas coletas de out/2009 a set/2010, onde foram amostradas oito parcelas delimitadas e recolhidos materiais da serapilheira e folheto aéreo. O material foi lavado em água corrente e acondicionado em câmaras-úmidas. Foram confeccionadas lâminas permanentes a partir do material e posteriormente identificadas às espécies. Para os fungos anemófilos as coletas ocorreram entre outubro/2009 e março/2010, em que foram expostas quatro placas de Petri contendo Ágar Sabourand, DG-18, CMA e Malte em quatro horários 8h, 12h, 16 h e 20h durante as estações seca e chuvosa. As placas foram mantidas em estufa e posteriormente contadas as Unidades Formadoras de Colônias (UFC) e identificadas. A tese foi dividida em capítulos e foram obtidos os seguintes resultados: (I) foi verificada a riqueza de 95 táxons associados à serapilheira (62) e folheto aéreo (55). A análise de agrupamento demonstrou variação na composição de espécies entre os pontos amostrais. A análise de coordenadas principais não detectou formação de grupos distintos entre a serapilheira e folheto aéreo. As folhas foram os substratos mais colonizados. (II) O folheto terrestre foi mais rico com 37 táxons e o folheto aéreo com 35 táxons. Houve uma maior diversidade nos pontos amostrais para o folheto terrestre. A similaridade entre os folhetos foi de 69% e a periodicidade de ocorrência foi esporádica para maioria dos fungos e (III) Foram identificados 26 táxons de fungos anemófilos, distribuídos em 15 gêneros. *Cladosporium cladosporioides* e *Penicillium* sp. foram os táxons mais abundantes. A riqueza e diversidade de espécies foi maior para as 12h. Tais estudos contribuem para o entendimento da interação fungos – serapilheira e folheto aéreo, assim como a dinâmica dos fungos anemófilos na atmosférica em áreas de floresta estacional semidecídua.

Palavras-chave: micodiversidade, semiárido, similaridade

FILAMENTOUS FUNGI COMMUNITIES IN A FRAGMENT OF SEMIDECIDUOUS SEASONAL FOREST "PARQUE ESTADUAL DAS SETE PASSAGENS", MIGUEL CALMON, BAHIA

Marcos Fabio Oliveira Marques

ABSTRACT

The importance of the filamentous fungi does not concern only to the role they play in the ecologic balance as decomposers and regulators of phytopathogenics, but also for the secondary enzymatic and metabolic potential they can produce and they are also used in the food and pharmaceutical industry. However, knowledge about the diversity and ecological aspects of filamentous leaf litter, aerial litter and airborne fungus in Brazil is still incipient. The filamentous fungi of semideciduous seasonal forest in the "Parque Estadual das Sete Passagens" (PESP), Miguel Calmon, Bahia, were studied in order to know the composition, richness, diversity and abundance of fungi related to environmental area factors. For fungal leaf litter and aerial litter samples were collected in a period between Oct/2009 Sep/2010. Eight plots were sampled and materials with litter and litter air were collected. The material was washed in tap water and placed in moist chambers. Permanent slides were made from the material and later species were identified. The airborne fungi collections occurred between October/2009 and March/2010, they were exposed to four Petri dishes containing agar Sabourand, DG-18, CMA and Malt in four hours 8h, 12h, 20h 16 h during the dry and rainy seasons. The plates were incubated and then the colony forming unities (CFU) were counted and identified. The thesis is divided into chapters and the following results were obtained: (I) it was observed the richness of 95 taxons associated with leaf litter (62) and air litter (55). The cluster analysis showed variation in species composition among the sites. The principal coordinates analysis did not detect formation of distinct groups of litter and litter air. The leaves were the most colonized substrate. (II) The ground litter was richer with 37 (taxons) and 35 aerial litter. There was a large diversity of sampling points for the ground litter. The similarity among litter was 69% and the frequency of occurrence was sporadic for most fungi and (III) 26 taxons of airborne fungi were identified, distributed in 15 genera. *Cladosporium cladosporioides* and *Penicillium* sp. were the most abundant taxon. The richness and diversity of species was greater for 12h. The studies contribute to understanding the interaction between fungi - litter and aerial litter, as well as the dynamics of airborne fungi in the atmosphere in areas of semideciduous seasonal forest.

Key words: micodiversity, semi-arid, similarity

ANEXOS

**Fungos filamentosos do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia:
novos registros para o Brasil**

Marcos Fabio Oliveira Marques^{*1} e Luis Fernando Pascholati Gusmão²

Fungos Filamentosos da Bahia: novos registros

Autor para correspondência: Marcos Fabio Oliveira Marques (mfmarques@uneb.br)

*Artigo submetido para publicação na Revista Brasileira de Biociências da UFRGS

¹ Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus VII, Laboratório de Biologia Molecular e Fungos, Rodovia Lomanto Jr, Br 407, Km 127, 48970-000, Senhor do Bonfim, BA, Brasil

² Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Micologia, Av. Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil

ABSTRACT (Filamentous fungi of Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia: new records from Brazil). In order to study the diversity of the leaf litter and aerial litter filamentous fungi sample were collected from a seasonal semideciduous seasonal forest located in the Miguel Calmon, state of Bahia, Brazil. Leaf litter and aerial litter samples were collected. Samples were placed into damp chambers. Five conidial fungi were described for the first time in Brazil. Comments about their specimens and distribution were provided.

Key words: conidial fungi, mycota, taxonomy.

RESUMO (Fungos filamentosos do Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia: novos registros para o Brasil). Com o objetivo de se conhecer a diversidade de fungos filamentosos da serapilheira e folheto aéreo amostras foram coletadas na floresta estacional semidecídua em Miguel Calmon, Bahia, Brasil. Amostras de serapilheira e folheto aéreo foram coletados. As amostras foram acondicionadas em câmaras-úmidas. Cinco espécies de fungos conidiais são descritos pela primeira vez para o Brasil. Comentários sobre os espécimens e sua distribuição são apresentados.

Palavras-chave: micota, fungos conidiais, taxonomia.

INTRODUÇÃO

O Parque Estadual das Sete Passagens (PESP) situa-se na Chapada Diamantina Norte e compreende uma área de 2.821 ha. A vegetação é composta por um mosaico composto por campo rupestre e floresta estacional com o registro de cerca de 532 espécies de plantas distribuídas em 316 gêneros e 103 famílias (Alvez e Accioly 2009). Esta alta diversidade florística está relacionada à heterogeneidade espacial, resultando em uma flora peculiar. Os índices pluviométricos são inferiores a 800 mm. O tipo climático é o Cwb, com temperatura média do mês mais frio (julho) inferior a 18°C e mês mais quente (janeiro) inferior a 22°C anuais (Macêdo & Drummond 2010). As unidades de conservação como o PESP, são áreas apropriadas e recomendadas para realização de inventários e estudos ecológicos de grupos pouco conhecidos, como os fungos filamentosos, por suas condições favoráveis, devido à alta diversidade e o bom estado de conservação que se encontram.

No Brasil, grande parte dos trabalhos com fungos filamentosos da serapilheira foram realizados na região Sul-Sudeste (Grandi 1991a,b, 1992, 1998, 1999, 2004, Grandi & Attili 1996, Grandi & Gusmão 1996, 2002, Grandi & Silva 2003, Gusmão & Grandi 1996, 1997, Gusmão *et al.* 2001). Contribuições para o conhecimento de fungos filamentosos no Semiárido Brasileiro foram publicadas, durante 2007 a 2012, onde várias novas espécies e novos registros foram reportados para a região (Barbosa *et al.* 2007, Marques *et al.* 2007, Castañeda-Ruiz *et al.* 2008, Cruz *et al.* 2008, Gusmão *et al.* 2008, Leão-Ferreira *et al.* 2008, Marques *et al.* 2008, Castañeda-Ruiz *et al.* 2009, Cruz *et al.* 2009, Leão-Ferreira & Gusmão 2010, Barbosa & Gusmão 2011, Barbosa *et al.* 2011, Cruz *et al.* 2012). Apesar dos estudos realizados, esses fungos ainda são pouco conhecidos, pois tradicionalmente no Brasil uma maior atenção tem sido dada as espécies fitopatogênicas pelos impactos na

agricultura e conseqüentemente na economia, necessitando de um esforço de investigação para se conhecer um número, mais significativo de espécies sapróbias, que representem os ecossistemas brasileiros.

O presente artigo tem como objetivo descrever as espécies de fungos filamentosos que constituem novos registros para micota brasileira, encontrados no Parque Estadual das Sete Passagens, Miguel Calmon, Bahia, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Coletas da serapilheira e folheto aéreo foram realizadas em um fragmento de floresta estacional semidecidual no Parque Estadual das Sete Passagens (11°23'25,6"S e 40°32'20,3"W), município de Miguel Calmon, Bahia, mensalmente, no período de outubro/2009 a setembro/2010.

Amostras de serapilheira e folheto aéreo foram acondicionados em sacos de papel Kraft, transportados ao laboratório e submetidos à técnica de lavagem em água corrente (Castañeda-Ruiz 2005). Após secagem, os materiais foram acondicionadas em câmaras-úmidas. No período de 30 dias os substratos foram observados sob estereomicroscópio, sendo as estruturas de reprodução dos fungos coletadas e transferidas para meio de montagem com resina PVL (álcool polivinílico + lactofenol). A identificação dos fungos foi realizada utilizando-se a bibliografia especializada. O material foi depositado no Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB), Coleção Senhor do Bonfim.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. *Cladosporium antillanum* R.F. Castañeda, Fungi Cubenses II (La Habana): 3, 1987. Fig. 1 A-C.

Conidióforos macronematosos, mononematosos, ramificados, retos ou flexuosos, septados, castanhos, 265-500 x 5-7 μm ; células conidiogênicas terminais, integradas, simpodiais, denticuladas, ápice inflado; conídios holoblásticos, catenulados, 1-septados, cilíndricos, lisos, hialinos, 11-13 x 5 μm .

Distribuição geográfica: Cuba (Castañeda- Ruiz 1987), Itália (Farr *et al.* 2012).

Material examinado: BRASIL. Bahia: Miguel Calmon, Parque Estadual das Sete Passagens. Sobre folheto aéreo, 03/X/2009. M.F.O. Marques s.n. (HUNEB/SB 1474).

As espécies do gênero *Cladosporium* são isoladas de diversos ambientes em todo mundo, estando estas entre as espécies mais comuns de fungos (David 1997). No material examinado os conidióforos são um pouco menores que os registrados por Castañeda- Ruiz (1987). *C. antillanum* difere das espécies *C. adianticolum* R.F. Castañeda e *C. ferrugineum* R.F. Castañeda por possuírem conidióforos e conídios 0-1 septados, lisos e conidióforos e conídios menores, ferrugíneo, lisos, respectivamente (Castañeda- Ruiz 1987). A espécie está sendo citada pela primeira para América do Sul.

2. *Dictyochaeta subfuscospora* Kuthub. & Nawawi, Mycol. Res. 95(10): 1214, 1991. Fig. 1 D-F.

Setas férteis, eretas ou curvadas e flexuosas, retas, septadas, lisas, castanhas, 100-157,5 x 5-10 μm ; conidióforos organizados ao redor da seta, macronematosos, mononematosos, solitários ou em grupos, retos ou flexuosos, lisos, terminando em 1 ou 2

colaretes, castanhos, 25-35 x 5 μm ; células conidiogênicas polifialídicas, integradas, terminais, com colaretes proeminentes castanhos; conídios solitários, elipsoides, 0-septado, agrupados, lisos, a hialinos subhialinos quando jovens e castanho na maturidade, 15-25 x 7,5-10 μm .

Distribuição geográfica: Austrália (Hyde & Goh 1997); Malásia (Kuthubutheen & Nawawi, 1991); Hong Kong (Tsui *et al.* 2001).

Material examinado: Miguel Calmon, Parque Estadual das Sete Passagens. Sobre folhas em decomposição, 03/X/2009. M.F.O. Marques s.n. (HUNEB/SB 1475).

As espécies descritas em *Dictyochaeta* e *Codinaea* possuem conídios hialinos, *D. subfuscospora*, no entanto, tem conídios que são inicialmente hialino para subhialino, tornando-se castanho-claro (Kuthubutheen & Nawawi 1991), sendo está bem diferente das demais espécies descritas no gênero. As características do material estudado estão de acordo com as descritas por Kuthubutheen & Nawawi (1991). Tsui *et al.* (2001) registraram diferenças no isolado proveniente de Hong Kong onde verificaram a presença de dois tipos de conídios: elipsoides e esféricos e ausência de proliferação simpodial. Esta espécie está sendo citada pela primeira vez para o neotrópico.

3. *Ellisembia filia* Wu, W.P. *Sporodesmium, Endophragmiella* and related genera from China. 131, 2005. Fig.1G.

Conidióforos macronematosos, mononematosos, solitários, retos ou flexuosos, septados, lisos, base triangular, castanhos, 20-32,5 x 5-7,5 μm ; células conidiogênicas monoblásticas, integradas, terminais, determinadas; conídios solitários, obclavados, 6-8 distosseptados, lisos, castanhos, 42,5-52,5 x 12,5-15 μm , ápice com apêndice filiforme, hialino 30-45 μm .

Distribuição geográfica: China (Wu & Zhuang 2005).

Material examinado: BRASIL. Bahia: Miguel Calmon, Parque Estadual das Sete Passagens. Sobre folheto aéreo, 17/V/2010. M.F.O. Marques s.n. (HUNEB/SB 1476).

Ellisembia filia é caracterizada por apresentar um curto conidióforo, não possuir proliferação percurrente e conídios com 7-8 distosseptados, com um apêndice filiforme (Wu & Zhuang 2005). As espécies *E. flagelliformis* (Matsush.) W.P. Wu e *E. bambusae* (M.B. Ellis) Subram. assemelham-se a espécie descrita. No entanto, *E. flagelliformis* tem conídios menos estreitos e apêndice filiformes apical, 0-1 septado e *E. bambusae* possui apêndice filiforme, rodeado por uma massa mucilagínosa, 0-septado (Ellis 1965, Matsushima 1975). No material examinado os conidióforos foram maiores do que o registrado na descrição original de Wu & Zhuang (2005). Esta espécie está sendo citada pela primeira vez para o neotrópico.

4. *Fuscophialis gigas* R. F. Castañeda, Fungi Cubenses II: 7. 1987. Fig. 1 H-J.

Conidióforos macronematosos, mononematosos, simples, denticulados, cilíndricos a ampuliformes, castanhos, 12,5-17,5 x 2,5-3 µm. Células conidiogênicas cilíndricas, poliblasticas, intercalares e terminais, simpodiais, integradas, denticuladas apicalmente ou por toda extensão do conidióforo. Conídios solitários, subhialinos, 3-4 septados, naviculares a subulados, base subtruncada escurecida, 12,5-35 x 2,5 µm.

Distribuição geográfica: Cuba (Castañeda-Ruiz 1987).

Material examinado: BRASIL. Bahia: Miguel Calmon, Parque Estadual das Sete Passagens. Sobre folhas em decomposição de *Myrcia multiflora* (Lam) DC. (Myrtaceae), 17/IV/2008. C. A. Oliveira s.n. (HUNEB/SB 1408).

O gênero *Fuscophialis* é composto por quatro espécies (*F. brasiliensis* B. Sutton, *F. cubensis* Mercado & J. Mena, *F. gigas* R.F. Castañeda e *F. suttonii* Dulym., W.P. Wu & Peerally). *Fuscophialis brasiliensis* B. Sutton e *F. gigas* são espécies próximas que se distinguem pelo número de septos e dimensões dos conídios (Sutton 1977; Castañeda-Ruiz 1987). O espécime estudado apresenta conídios com dimensões menores que as referidas na descrição original da espécie. *F. gigas* foi registrado, pela primeira vez sobre, folhas de *Gesneriae* sp. (Gesneriaceae), agregados às setas de *Paraceratocladium polysetosum* Castañeda (Castañeda-Ruiz 1987). No material analisado, os espécimes foram registrados sobre setas de *Paraceratocladium silveste* Castañeda. Este constitui o primeiro registro da espécie para América do Sul.

5. *Kylindria triseptata* (Matsush.) DiCosmo, S.M. Berch & W.B. Kendr., *Mycologia* 75(6): 971, 1983. Fig.

Conidióforos macronematosos, mononematosos, eretos, septados, lisos, não nodosos, castanho-escuros da base à região mediana, e castanho-claros a partir da região mediana, 202,5-225×7,5-10µm; Células conidiogênicas terminais, integradas, determinadas; Conídios solitários, cilíndricos, lisos, com geralmente 3-septos transversais, simples, hialinos, 12,5-17,5 x 2,5-5,0µm.

Distribuição geográfica: Etiópia (Bhat & Sutton 1985) Índia, Cuba, Hong Kong (Farr et al. 2012).

Material examinado: BRASIL, Bahia, Miguel Calmon, Parque Estadual das Sete Passagens. Sobre folheto em decomposição, 04/XI/2008) R. F. Araújo s.n. (HUNEB/SB 1495).

O gênero foi criado em 1983 por DiCosmo et al. (1983) para incluir espécies monofialídicas previamente acomodadas em *Cylyndrotrichum* e possui atualmente 15

espécies. *K. triseptata* (Matsush.) DiCosmo, S.M. Berch e W.B. Kendr. constitui a espécie tipo do gênero. O material estudado apresenta alguns conídios 2-septados, assim como observado na descrição original da espécie descrita por Matsushima (1975). Este constitui o primeiro registro da espécie para América do Sul.

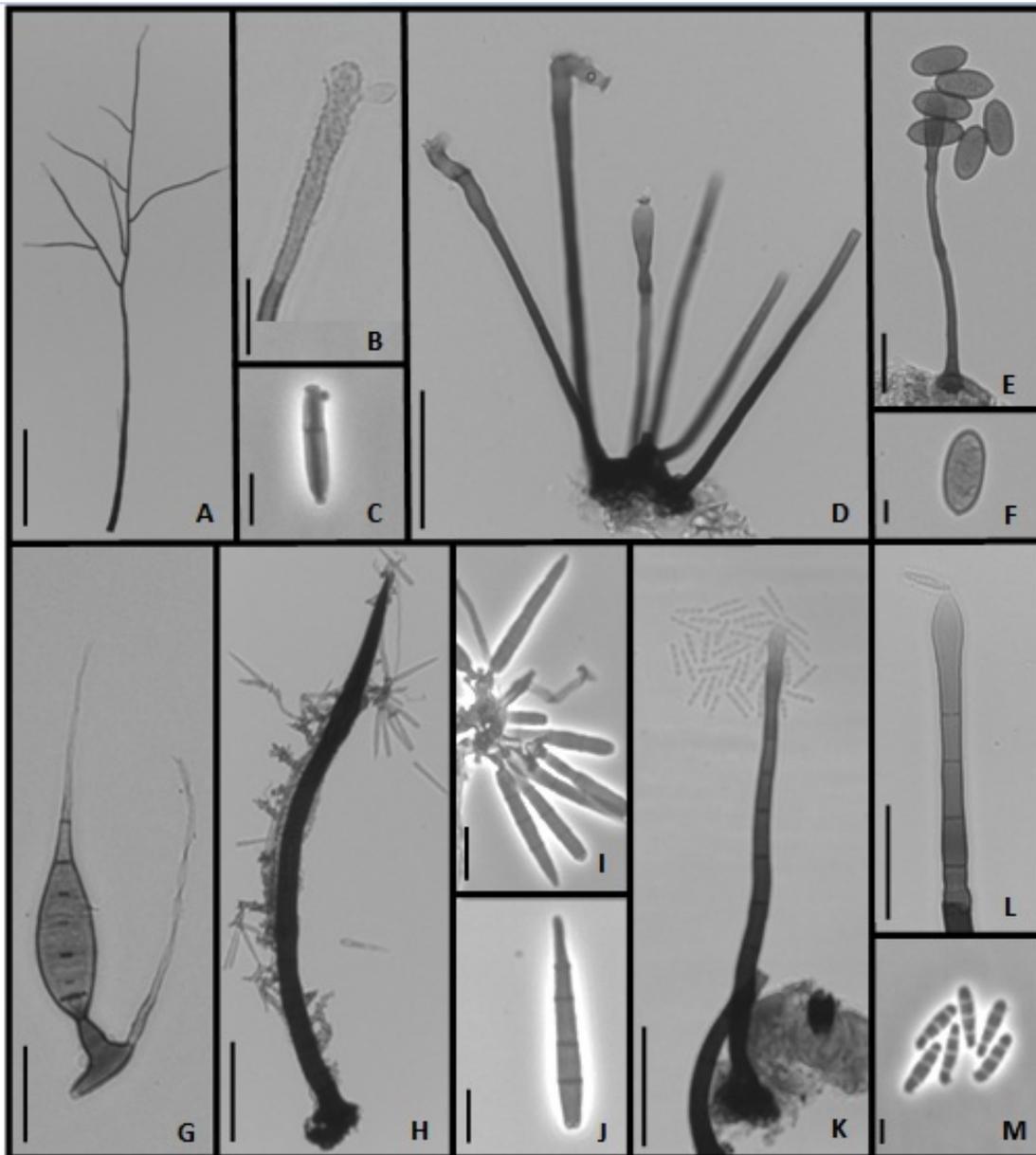


Figura 1. A- C. *Cladosporium antillanum*. A. Aspecto geral. B. Detalhe do ápice do conidióforo. C. Conídio; D-F. *Dictyochaeta subfuscospora*. D-E. Aspecto geral F. Conídio. G. Aspecto geral de *Ellisembia filia*. H-J. *Fuscophialis gigas*. H. *F. gigas* sobre *Paraceratocladium silvestre*. I. Aspecto geral. J. Conídio. K-M. *Kylindria triseptata*. K. Aspecto geral. L. Ápice do conidióforo. M. Conídios. Barras = 50 μm (A, D, H, K); 20 μm (B,E,G, L); 10 μm (I, J); 5 μm (C, F,M).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Botânica – PPGBot/UEFS e ao PPBIO (Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido) e ao CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALVEZ, S.M. & ACCIOLY, M.C. 2009. Parque Estadual das Sete Passagens: mina d'água no semi-árido baiano. In: *Anais do VI Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. Curitiba: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação o Boticário de Proteção à Natureza.
- BARBOSA, F.R. & GUSMÃO, L.F.P. 2011. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. Rare freshwater hyphomycetes and other new records. *Mycosphere* 2: 475–485.
- BARBOSA, F.R., GUSMÃO, L.F.P., CASTAÑEDA-RUIZ, R.F., MARQUES, M.F.O & MAIA, L.C. 2007. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species *Deightoniella rugosa* & *Diplocladiella cornitumida* with new records for the neotropics. *Mycotaxon* 102: 39–49.
- BARBOSA, F.R., SILVA, S.S., FIUZA, P.O., GUSMÃO, L.F.P. 2011. Conidial fungi from a semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species and records for *Thozetella*. *Mycotaxon* 115: 327–334.
- BHAT, D.J. & SUTTON, B.C. 1985. New and interesting hyphomycetes from Ethiopia. *Transactions of the British Mycological Society* 85:107-122.
- CASTAÑEDA-RUIZ, R.F. 1987. *Fungi Cubenses II*. Cuba: INFAT.

- CASTAÑEDA-RUIZ, R.F. 2005. Metodología em el estudio de los hongos anamorfos. In: *Anais do V Congresso Latino Americano de Micología*. Brasilia. p. 182-183.
- CASTANEDA-RUIZ, R.F. GUSMÃO, L.F.P, GUARRO, J., STCHIGEL, A.M., STADLER, M., SAIKAWA, M. & LEAO-FERREIRA, S.M. 2008. Two new anamorphic fungi from Brazil: *Dictyochaetopsis polysetosa* and *Myrothecium compactum*. *Mycotaxon* 103: 1–8.
- CASTANEDA-RUIZ, R.F., GUSMÃO, L.F.P, MORAES, V.O., LEÃO-FERREIRA, S.M., SAIKAWA, M., MINTER, D.W. & STADLER, M. 2009. Two setose anamorphic fungi: *Ampullicephala* gen. nov. and *Venustosynnema grandiae* sp. nov. *Mycotaxon* 109: 288.
- CRUZ, A.C.R., LEÃO-FERREIRA, S.M., BARBOSA, F.R. & GUSMÃO, L.F.P. 2008. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New and interesting Dictyochaeta species. *Mycotaxon* 106: 15–27.
- CRUZ, A.C.R., ISABEL, T.S.S., Leão-FERREIRA, S.M. & GUSMÃO, L.F.P. 2009. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species and new records of *Helicosporium*. *Mycotaxon* 110: 53-64.
- CRUZ, A.C.R., GUSMÃO, L.F.P, CASTANEDA-RUIZ, R.F., STADLER, M. & MINTER, D.W. 2012. *Zelodactylaria*, an interesting new genus from semi-arid northeast Brazil. *Mycotaxon* 119: 241–248.
- DAVID, J.C. 1997. Contribution to the sistematics of *Cladosporium*: revision of the fungi previously referred to *Heterosporium*. *Mycological Papers*, London: CABI.
- Dicosmo, F., BERCH, S. & KENDRICK, B. 1983. *Cylindrotrichum*, *Chaetopsis*, and two new genera of Hyphomycetes, *Kylindria* and *Xenokylindria*. *Mycologia* 75: 949-973.
- ELLIS, M.B. 1965. Dematiaceous hyphomycetes. VI. *Mycological papers* 103: 1-46.

- FARR, M.L. 1980. A new species of *Cryptophiale* from Amazonas. *Mycotaxon* 11:177–181.
- FARR, D.F., ROSSMAN, A.Y., PALM, M.E. & MCCRAY, E.B. 2012. Fungal Databases. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/fungushost/fungushost.cfm>>. Acesso em: 23 de julho de 2012.
- GRANDI, R.A.P. 1991a. Hyphomycetes decompositores 4. Espécies associadas às raízes de *Ctenanthe oppenheimiana* Sond. *Acta Botanica Brasilica* 5: 13-23.
- GRANDI, R.A.P. 1991b. Hyphomycetes decompositores 2. Espécies associadas às raízes de *Maranta bicolor* Ker. *Revista Brasileira de Biologia* 51: 133-141.
- GRANDI, R.A.P. 1992. Hyphomycetes decompositores 3. Espécies associadas às raízes de *Stromanthe sanguinea* Sond. *Revista Brasileira de Biologia* 52: 275-282.
- GRANDI, R.A.P. 1998. Hyphomycetes decompositores do folheto de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Mull. Arg. *Hoehnea* 25: 133-148.
- GRANDI, R.A.P. 1999. 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 on *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. 1996. Hyphomycetes decompositores de raízes de *Calathea zebrina* (Sims) Lindl. (Marantaceae), provenientes da Reserva Biológica do

- Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 19:165-172.
- GRANDI, R.A.P. & GUSMÃO, L.F.P. 2002. Hyphomycetes decompositores do folheto de *Tibouchina pulchra* Cogn. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 79-87.
- GRANDI, R.A.P. & SILVA, T.V. 2003. Hyphomycetes sobre folhas em decomposição de *Caesalpinia echinata* Lam.: ocorrências novas para o Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 489-493.
- GUSMÃO, L.F.P. & GRANDI, R.A.P. 1996. Espécies do grupo *Beltrania* (Hyphomycetes) associadas a folhas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae), em Maringá, PR, Brasil. *Hoehnea* 23: 91-102.
- GUSMÃO, L.F.P. & GRANDI, R.A.P. 1997. Hyphomycetes com conidioma dos tipos esporodóquio 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. 2001. Hyphomycetes from leaf litter of *Miconia cabussu* in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Mycotaxon* 79: 201-213.
- GUSMÃO, L.F.P., LEÃO-FERREIRA, S.M., MARQUES, M.F.O. & ALMEIDA, D.A.C. 2008. New species and records of *Paliphora* from Brazilian semi-arid region. *Mycologia* 100: 306–309.
- HYDE, K.D. & GOH, T.K. 1997. Fungi on submerged Wood in a small stream on Mt Lewis, North Queensland, Australia. *Muelleria* 10: 145-157.
- KUTHUBUTHEEN, A.J. & NAWAWI, A. 1991. Eight new species of *Dictyochaeta* (Hyphomycetes) from Malaysia. *Mycological Research* 95: 1211-1219.

- LEÃO-FERREIRA, S.M. & GUSMÃO, L.F.P. 2010. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species of *Endophragmiella*, *Spegazzinia* and new records for Brazil, south America and Neotropica. *Mycotaxon 111*: 1–10.
- LEÃO-FERREIRA, S.M., CRUZ, A.C.R., CASTAÑEDA-RUIZ, R.F. & GUSMÃO, L.F.P. 2008. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Brachysporiellina fecunda* sp. nov. and some new records for Neotropica. *Mycotaxon 104*: 309–312.
- MACÊDO, J.A.C. & DRUMMOND, J.A. 2010. Os Parques Estaduais da Bahia: uma avaliação da sua gestão participativa. AGIRÁS. *Revista AGIR de Ambiente e sustentabilidades 2*: 85-100.
- MARQUES, M.F.O., BARBOSA, F.R., GUSMÃO, L.F.P., CASTAÑEDA-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. albofusca*, and some new records for South America. *Mycotaxon 102*: 17–23.
- MARQUES, M.F.O., CRUZ, A.C.R., BARBOSA, F.F. & GUSMÃO, L.F.P. 2008. *Cryptophiale* and *Cryptophialoidea* (Conidial fungi) from Brazil and Keys to the genera. *Revista Brasileira de Botânica 31*: 339–344.
- MATSUSHIMA, T. *Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum*. Published by the author. Kobe. 1975.
- SUTTON, B.C. 1977. Some dematiaceous Hyphomycetes from Eucalyptus leaf litter. *Bol. Soc. Argent. Bot. 18*: 154-161.
- TSUI, C.K.M., GOH, T.K., HYDE, K.D. & HODGKISS, J.I. 2001. New records or species of *Dictyochoaeta*, *Endophragmiella* and *Ramichloridium* from submerged wood in Hong Kong freshwater streams. *Cryptogamie mycologie 22*: 139-145.

WU, W.P. & ZHUANG, W.Y. 2005. *Sporodesmium, Endophraggiella and related genera from China*. Hong Kong: Fungal Diversity Press.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA
 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET
 ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE JACOBINA/BA

Alt. 484,74m Lat. 11°11'S Lon. 40°28'W

PRECIPITACAO PLUVIOMÉTRICA(mm), TOTAL MENSAL

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	103,0	13,7	67,8	8,2	33,3	39,0	36,0	43,0	18,8	34,0	57,1	357,2
2000	130,2	124,8	94,4	119,9	55,0	49,9	25,1	27,3	38,5	2,1	172,9	144,0
2001	34,4	1,8	108,9	27,9	42,5	75,6	44,9	46,7	46,8	12,5	1,4	128,6
2002	444,0	97,9	44,0	25,7	43,0	44,2	47,8	54,3	11,1	2,4	26,6	144,5
2003	121,8	77,5	128,9	6,5	51,1	57,7	71,8	21,1	18,8	3,7	79,6	2,1
2004	417,7	101,1	66,2	6,7	27,8	26,6	13,2	2,9	7,6	2,1	103,6	11,0
2005	95,3	107,8	146,6	181,7	42,7	34,1	28,1	63,7	11,2	1,7	100,9	10,1
2006	3,7	53,4	342,7	233,1	38,3	42,8	35,5	56,6	10,3	87,1	81,9	30,1
2007	11,2	244,2	90,8	85,3	13,8	32,5	25,9	19,5	25,5	5,5	96,8	13,0
2008	3,7	99,0	120,9	74,7	97,3	46,1	21,6	34,7	17,8	13,7	0,0	49,4
2009	33,9	132,0	7,5	216,2	46,1	19,7	33,5	43,0	6,0	69,0	4,8	10,4
2010	62,4											

TEMPERATURA MAXIMA, MEDIA MENSAL (°C)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	32,0	32,7	32,9	31,8	29,1	27,9	27,0	26,3	28,6	29,0	29,0	29,9
2000	30,0	30,6	30,2	29,3	27,6	26,2	27,1	27,8	29,1	32,2	30,2	29,7
2001	30,8	33,8	31,1	31,0	31,3	26,2	26,5	26,0	28,7	31,2	33,7	31,8
2002	29,2	30,1	30,7	30,0	28,9	26,7	26,8	27,3	29,9	31,9	33,1	32,9
2003	33,2	31,6	31,9	31,6	28,0	26,4	25,2	26,8	29,1	31,3	30,4	32,9
2004	30,8	30,2	NULL	29,3	28,2	26,6	26,0	27,8	29,6	31,5	32,1	31,7
2005	32,7	30,7	30,9	28,6	26,8	25,8	25,3	26,6	29,6	32,4	31,9	30,8
2006	32,7	34,2	31,0	28,5	26,4	24,7	25,0	26,6	28,7	29,5	29,6	32,0
2007	34,3	30,5	28,7	28,6	27,2	26,8	26,5	27,1	28,5	30,7	32,5	31,7
2008	32,9	32,9	31,5	30,2	28,0	26,3	25,5	27,9	29,3	31,4	33,5	30,4
2009	32,3	31,3	34,2	29,8	26,8	26,8	27,2	27,3	31,0	31,4	31,3	32,5
2010	32,5											

TEMPERATURA MINIMA, MEDIA MENSAL(°C)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	20,5	21,5	21,5	21,2	19,3	19,4	18,2	17,4	18,3	19,1	20,3	20,4
2000	20,5	20,5	20,5	20,2	19,0	17,8	17,5	18,4	19,2	20,5	20,9	20,6
2001	20,6	21,6	21,5	20,8	21,0	18,9	18,3	17,8	19,2	20,6	21,4	21,9
2002	20,7	20,5	21,4	21,4	19,7	19,3	18,5	18,4	19,8	20,6	21,2	21,9
2003	22,1	21,7	22,2	22,0	20,2	19,4	18,2	18,9	19,6	20,5	21,2	21,9
2004	21,3	21,7	21,8	21,7	20,1	19,5	18,2	18,4	19,2	20,8	21,5	21,7
2005	22,4	22,2	22,2	21,4	20,3	19,2	17,9	18,3	19,7	21,0	21,4	21,6
2006	21,7	22,7	22,3	21,4	19,7	18,3	17,1	18,4	18,9	20,4	20,6	21,5
2007	22,1	21,2	20,7	20,3	19,3	18,5	18,4	18,1	18,3	19,8	20,9	21,0
2008	21,3	21,7	21,4	21,5	19,5	18,4	17,7	18,4	19,4	19,7	21,3	21,2
2009	21,6	21,5	22,6	21,2	20,0	19,0	18,8	18,8	22,2	20,5	19,9	21,2
2010	20,9											

TEMPERATURA MEDIA COMPENSADA, MENSAL(°C)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1999	26,0	26,5	26,6	25,8	23,9	23,0	22,0	21,2	23,1	23,5	24,3	24,6
2000	24,7	25,1	24,7	24,1	22,6	21,5	21,5	22,0	23,2	25,6	24,8	24,4
2001	24,9	27,1	25,4	25,2	25,1	21,8	21,6	21,1	23,2	25,2	27,1	25,8
2002	24,0	24,4	25,1	24,8	23,3	22,2	21,9	22,0	24,1	25,7	26,4	26,9
2003	26,7	25,8	26,3	26,1	23,3	21,9	21,0	22,2	23,5	25,1	25,2	26,9
2004	25,5	25,1	NULL	24,6	23,3	22,2	21,5	22,5	23,6	25,7	26,2	26,4
2005	27,1	25,7	25,8	24,2	22,9	21,9	21,0	21,9	24,0	26,1	25,9	25,4
2006	26,7	27,8	25,9	24,2	22,6	21,0	20,5	21,8	23,1	24,4	24,3	26,0
2007	27,6	25,1	24,0	23,8	22,7	21,9	21,7	21,8	22,7	24,8	26,3	25,5
2008	26,9	26,7	25,7	24,8	23,1	21,7	20,9	22,5	23,9	25,1	26,8	25,4
2009	26,4	26,1	28,1	25,1	23,1	22,4	22,4	22,7	26,3	25,5	25,5	26,5
2010	26,2											

