



Patrícia Oliveira Fiuza

**FUNGOS INGOLDIANOS EM ALGUMAS
ÁREAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

FEIRA DE SANTANA-BA

2013



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

FUNGOS INGOLDIANOS EM ALGUMAS ÁREAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

PATRÍCIA OLIVEIRA FIUZA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Botânica da Universidade Estadual
de Feira de Santana como parte dos requisitos
para a obtenção do título de *Mestre em Botânica*.

ORIENTADOR: PROF. DR. LUÍS FERNANDO PASCHOLATI GUSMÃO (UEFS)

FEIRA DE SANTANA-BA

2013

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Adriana Oliveira Medeiros

Dr. Alisson Cardoso Rodrigues da Cruz

Prof. Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão
Orientador e Presidente da Banca

FEIRA DE SANTANA-BA

2013

*Aos meus pais, Maria Alice Oliveira
Fiuza e Antonio César Fiuza, dedico.*

*“...Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão...”*

Guilherme Arantes

AGRADECIMENTOS

Ao fim de dois anos de trabalho é importante agradecer àqueles que contribuíram para a construção desta dissertação.

Primeiramente a Deus que sempre me manteve forte para dar mais um passo na minha jornada acadêmica;

A minha família que sempre foi meu alicerce e a razão das minhas vitórias. Meus pais Maria Alice e Antonio César Fiuza, pelo carinho, amor, a força nas temidas provas de doutorado e simplesmente o apoio incondicional em todas as minhas decisões. Em especial a minha mãe, que me acompanhava nas noites de estudo e se preocupava com todos os trabalhos acadêmicos. Aos meus irmãos Luiz Felipe e Gabriel, que sempre me deram carinho, força nos momentos difíceis e para alcançar meus objetivos;

Ao meu avô pelo carinho e ser um exemplo de fé em Deus. As minhas avós, in memoriam, que não estiveram presentes durante o mestrado, mas sei que sempre torceram pela minha felicidade;

Aos meus tios, e aqui destaco meus padrinhos que sempre torceram para que meus objetivos fossem alcançados e acompanharam esta jornada. Aos primos, em especial a Joelma, Lílian e Elson, que sempre foram muito atenciosos e prestativos;

Aos colegas da Bio uefs 2006.2, Adrielen Serafim, Daniele Mendes, Priscila Lopes, Shantala Lua, Kamilla Lopes, Lara Pugliesi, Rogerio Reis, Nara Monick, Ingridy Lima e a Marcel Carvalho (que me acompanhou deste o segundo ano do ensino médio), pelo apoio. Em especial a Mateus Fadigas, grande amigo, que sempre esteve presente, torcendo e me auxiliando em todos os quesitos, inclusive na correção dos abstracts da dissertação. A Silvana Santos que sempre foi minha amiga na graduação, companheira de iniciação, mestrado e agora que venha o doutorado;

Ao Programa de pós-graduação em botânica pelo curso de mestrado. As secretárias do Programa Gardênia e Adriana, por sempre me auxiliarem nos assuntos administrativos e esperarem pacientemente meus relatórios de diária;

Aos colegas do Programa de pós-graduação em botânica, Vanessa Matos, Hermeson Cassiano e Gérson Limoeiro, pelas dicas. Aos colegas da turma de mestrado, em especial ao “grupo criptógamas”, Geraldo Peixoto, Wellington Romualdo, Silvana Santos e o “quase criptógamo” Rodolfo Alves, pelo companherismo em todas as disciplinas; A colega e amiga, Marina Bonfim “perdidias em Congonhas nos encontramos” pela força na conclusão da dissertação e estímulo nos estudos para a prova de doutorado;

A família LAMIC, Loise Costa, Alisson Cruz, Silvana Santos, Josiane Monteiro, Sheila Leão, Tiago Andrade, Myrna Antunes, Jorge Dias, Carolina Azevedo e Carolina Ribeiro pelas discussões micológicas e momentos de descontração. Em especial a Tasciano Santa

Izabel pelo apoio e ajuda nas coletas, Marcos Marques pela ajuda na coleta do rio Missão Velha (é no mínimo engraçado ouvir da comunidade que você está coletando sabão); a Taiana Araújo por sempre me auxiliar com as culturas e a Davi Almeida por me apresentar ao Corel Draw;

Ao meu orientador Luís Fernando Pascholati Gusmão, por me apresentar o fascinante grupo dos fungos ingoldianos, confiar na realização deste trabalho e sempre estimular a minha melhora;

Aos pesquisadores Ludmila Marvanová, Iracema Schoenlein-Crusius, Flavia Barbosa e Huzeifa Raja pelo envio de literaturas;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida. Ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido pelo apoio financeiro na realização das coletas;

A Universidade Estadual de Feira de Santana pela infraestrutura do LAMIC e do curso de pós-graduação.

*A todos vocês, o meu muito **Obrigada!***

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	Xii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 Ecossistemas aquáticos continentais	1
1.2 Fungos aquáticos	1
1.3 Fungos ingoldianos	3
1.3.1 Morfologia, germinação e identificação molecular	4
1.3.2 Sobrevivência de fungos ingoldianos em ambiente terrestre	5
1.3.3 Importância econômica	6
1.3.4 Decomposição em ecossistemas aquáticos e fatores que condicionam a distribuição de fungos ingoldianos	7
1.3.5 Estudos com fungos ingoldianos	8
1.4 Região Semiárida	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivos gerais	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Áreas de estudo	13
3.1.1 Parque Nacional de Ubajara/Serra de Ibiapaba-CE	14
3.1.2 Alagoa Grande, Areia/Brejo Paraibano-PB	15
3.1.3 Santa Terezinha/Serra da Jibóia-BA	15
3.1.4 Missão Velha/Chapada do Araripe- Geoparque do Araripe-CE	16
3.2 Metodologia	21
Espuma	21
3.2.1 Acondicionamento	21
3.2.2 Preparação de lâminas e identificação	21
Folhas submersas	22
3.2.3 Acondicionamento, lavagem e isolamento em cultura	22
3.3 Ilustrações	22

4. Referências	24
CAPÍTULO 1- Fungos ingoldianos em algumas áreas do semiárido brasileiro	35
Resumo	37
Abstract	37
Introdução	38
Material e Métodos	39
Resultados e discussões	40
Referências	60
CAPÍTULO 2- Ingoldian fungi from semiarid caatinga biome of Brazil. The genus <i>Campylospora</i>	67
Resumo	67
Abstract	68
Introduction	68
Methods	69
Results and discussion	70
Referências	75
CONCLUSÕES GERAIS	79
RESUMO	81
ABSTRACT	82
ANEXO	83

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

- FIGURA 1.** Hifomicetos aquáticos. A) *Cancellidium applanatum* Tubaki; B) *Sporidesmiella hyalosperma* (Corda) P.M. Kirk; C) *Triscelophorus acuminatus* Nawawi 3

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREAS DE ESTUDO

- FIGURA 2.** Mapa das ecorregiões do Bioma Caatinga, e os enclaves de matas higrofilas (Atlântica) na região semiárida. Em destaque as áreas de estudo: 1.Serra de Ibiapaba-CE, 6. Brejo Paraibano-PB, 9. Serra da Jibóia-BA, 10. Chapada do Araripe-CE 13
- FIGURA 3.** Serra de Ibiapaba. a e b) Visão geral; c) Rio Gameleira; d) Espuma do rio Gameleira e-f) Rio das Minas 18
- FIGURA 4.** Brejo Paraibano: Mata do Pau Ferro. a) Visão geral da Mata do Pau Ferro; b) Riacho onde as amostras foram coletadas; c) Algumas das amostras coletadas; Rio Pitombeira. d) Local de coleta; e) Coleta de espuma; f e g) Amostras coletadas; h) Lixo encontrado no rio 19
- FIGURA 5.** Serra da Jibóia. a) Visão geral; b) Topo da Serra, campo rupestre; c e d) Vegetação do local de coleta; e) Riacho em que ocorreu a coleta; f) Espuma e folhas submersas 20
- FIGURA 6.** Rio Missão Velha. a e b) Visão geral do rio Missão Velha.; c) Local de coleta; d) Espuma 21
- FIGURA 7.** Metodologia. a) Frascos para acondicionamento de espuma; b) Transferência da alíquota para a lâmina; c) Lâminas semipermanentes; d) Folhas submersas em água destilada; e) Fungos isolados em meio de cultura; f) Câmara clara acoplada ao microscópio 23

CAPÍTULO 1

- FIGURA 1.1.** *Alatospora acuminata* Ingold 58
- FIGURAS 1.2-1.4.** *Anguillospora longissima* (Sacc. & P. Syd.) Ingold 58
- FIGURA 1.5.** *Anguillospora pseudolongissima* Ranzoni 58
- FIGURAS 1.6-1.7.** *Articulospora tetracladia* Ingold 58
- FIGURA 1.8.** *Brachiosphaera tropicalis* Nawawi 58
- FIGURA 1.9.** *Condylospora gigantea* Nawawi & Kuthub. 58
- FIGURA 1.10.** *Condylospora* sp. 58
- FIGURA 1.11.** *Culicidospora gravida* R.H. Petersen 58
- FIGURAS 1.12-1.13.** *Dendrosporium lobatum* Plakidas & Edgerton ex J.L. Crane 58
- FIGURA 2.1.** *Flabellocladia tetracladia* (Nawawi) Nawawi 59
- FIGURAS 2.2-2.3.** *Flabellospora verticillata* Alas. 59

FIGURA 2.4. <i>Flagellospora curvula</i> Ingold	59
FIGURAS 2.5-2.6. <i>Jaculispora submersa</i> H. J. Huds. & Ingold	59
FIGURA 2.7. <i>Lemonniera alabamensis</i> R. C. Sinclair & Morgan-Jones	59
FIGURA 2.8. <i>Lemonniera pseudofloscula</i> Dyko	59
FIGURA 2.9. <i>Lunulospora curvula</i> Ingold	59
FIGURA 2.10. <i>Scutisporus brunneus</i> K. Ando & Tubak	59
FIGURAS 2.11-2.13. <i>Tetracladium breve</i> A. Roldán	59
FIGURAS 2.14-2.15. <i>Tetracladium nainitalense</i> Sati & P. Arya	59
FIGURA 2.16. <i>Tricladium fallax</i> Marvanová	59
FIGURA 2.17. <i>Trinacrium incurvum</i> Matsush.	59
FIGURA 2.18. <i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi	59
FIGURA 2.19. <i>Trisulcosporium acerinum</i> H. J. Hudson & B. Sutton	59

CAPÍTULO 2

FIGURA 1-2. <i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni	74
FIGURA 3. <i>Campylospora filicladia</i> Nawawi	74
FIGURA 4. <i>Campylospora parvula</i> Kuzuha	74
FIGURA 5. <i>Campylospora</i> sp.	74

LISTA DE TABELAS**ANEXO**

TABELA 1: Táxons e abundância de fungos ingoldianos observados em 6 mL de cada amostra de corpo d'água.	84
--	----

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Ecossistemas aquáticos continentais

Os ecossistemas aquáticos continentais apresentam grande complexidade, uma vez que abrigam ampla diversidade de organismos (Moura Jr et al. 2011). Dentre os organismos aquáticos estão incluídos os fungos, algas, bactérias, protozoários, invertebrados, macrófitas aquáticas e peixes, sendo estes dois últimos os mais estudados. Segundo Agostinho et al. (2005) os estudos são mais direcionados a estes organismos pois apresentam maior porte e são mais apelativos. Os fungos são os mais negligenciados, até mesmo em relação a bactérias, apesar de sua grande importância no equilíbrio desses ecossistemas (Gulis & Suberkropp 2007).

Estes ecossistemas podem ser classificados quanto ao fluxo de água, podendo ser lênticos ou lóticos. Lênticos estão total ou parcialmente circundados por terra, sistemas fechados, e não apresentam fluxo contínuo (lagos, lagoas, pântanos) (Thomas 1996). Lóticos são os que apresentam um fluxo de água contínuo, constituindo sistemas abertos que transportam material solúvel e insolúvel (rios e riachos) (Thomas 1996). O fluxo estimula a oxigenação da água que é muito importante para a sobrevivência dos organismos aquáticos (Fiorucci & Filho 2005), podendo afetar a diversidade, o que ocorre com os fungos aquáticos (Medeiros et al. 2009).

1.2 Fungos aquáticos

Os principais microrganismos que colonizam as folhas em ambientes aquáticos são as bactérias e fungos (Abelho 2001). Estes grupos são decompositores da matéria orgânica existente nos corpos d' água, e assim permitem a ciclagem de nutrientes. As bactérias colonizam as folhas rapidamente nos estágios iniciais agindo sobre moléculas que são facilmente assimiladas, enquanto os fungos destacam-se pela produção de enzimas que possibilitam metabolizar moléculas que são mais difíceis de ser degradadas, como lignina e celulose (Gonçalves Jr et al. 2006).

Os fungos *sensu lato* estão presentes em praticamente todos os ecossistemas aquáticos, dos marinhos aos continentais (Schoenlein-Crusius et al. 2007), e nestes ambientes são representados por dois reinos diferentes: Chromista (Stramenopila) e Fungi.

Os fungos aquáticos podem ser definidos como aqueles que apresentam o ciclo de vida totalmente adaptado aos ecossistemas aquáticos, assim como os que não apresentam todo o ciclo nestes ecossistemas (Shearer et al. 2007). Estes fungos podem ser classificados

como fungos zoospóricos e não zoopóricos, os zoospóricos apresentam estruturas móveis para dispersão (Schoenlein-Crusius & Malosso 2007), como os Chytridiomycota, Blastocladiomycota e Oomycota (Hibbet et al. 2007); enquanto os não zoospóricos não apresentam tais estruturas, mas desenvolveram modificações morfológicas e metabólicas a fim de se adaptar ao ambiente aquático (Schoenlein-Crusius & Malosso 2007), sendo representados por: Mucoromycotina, Kickxellomycotina, Entomophthoromycota (antigos Zygomycota), Ascomycota, Basidiomycota e hifomicetos aquáticos (Hibbet et al. 2007, Gryganskyi et al. 2012, Gareth Jones & Pang 2012).

Shearer et al. (2007) realizaram uma compilação de dados de literaturas de fungos presentes em ecossistemas aquáticos, e registraram a presença de 3047 táxons, sendo os Ascomycota (incluindo os ascomicetos assexuais) os mais diversos com 1527 spp., seguidos pelos Chytridiomycota com 576 spp., fungos ingoldianos com 290 spp., e os basidiomicetos que são representados por 21 espécies de águas continentais e marinhas. Posteriormente, Gareth Jones & Pang (2012) realizaram uma compilação de dados de fungos presentes apenas em ecossistemas aquáticos tropicais, em água doce onde os hifomicetos aquáticos se destacam com 660 spp., ascomicetos com 548-650 e os tricomietos (Kickxellomycotina) com 214 espécies. Este destaque aos hifomicetos aquáticos em água doce é consequência do aumento dos estudos com este grupo em regiões tropicais (Santos-Flores & Betancourt-López 1997, Schoenlein-Crusius & Grandi 2003, Sati & Belwal 2005, Nemade et al. 2010, Gareth Jones & Pang 2012), mas ainda existem muitas áreas a serem estudadas.

Os hifomicetos aquáticos representam a fase assexual dos filos Ascomycota ou Basidiomycota, que são adaptados aos ecossistemas aquáticos. De acordo com Goh (1997) os hifomicetos aquáticos podem ser separados em três grupos ecológicos: aeroaquáticos, fungos aquáticos lignícolas e fungos ingoldianos.

Os fungos aeroaquáticos são encontrados geralmente em águas estagnadas, crescem vegetativamente em substrato submerso, mas a esporulação só ocorre quando o substrato entra em contato com o ar (Fisher 1977). Apresentam conídios com formas tridimensionais, helicoidais ou clatróides (Figura 1a) que os auxiliam na flutuação e dispersão pela água (Michaelides & Kendrick 1982).

Os aquáticos lignícolas (Figura 1b) são conhecidos pela decomposição de serrapilheira submersa (Goh 1997). Diferentemente dos fungos aeroaquáticos esses apresentam a habilidade de esporular em condições submersas (Goh 1997). Este grupo de fungos foi denominado por Descals & Moralejo (2001) de “aquáticos facultativos”, por

formar um grupo ecológico contínuo com os hifomicetos demateáceos terrestres. Estes estão presentes em ambientes lóticos e lênticos. Eles geralmente apresentam paredes grossas e castanhas.

Os fungos ingoldianos (Figura 1c), que são o foco deste estudo, apresentam dependência do ambiente aquático para reprodução já que só esporulam abaixo d'água, sendo encontrados em águas claras limpas e aeradas como sugerido por Ingold (1975), mas também em ambientes lênticos e poluídos (Schoenlein-Crusius & Malosso 2007). Estes fungos possuem paredes finas e geralmente são hialinos (Ingold 1959).

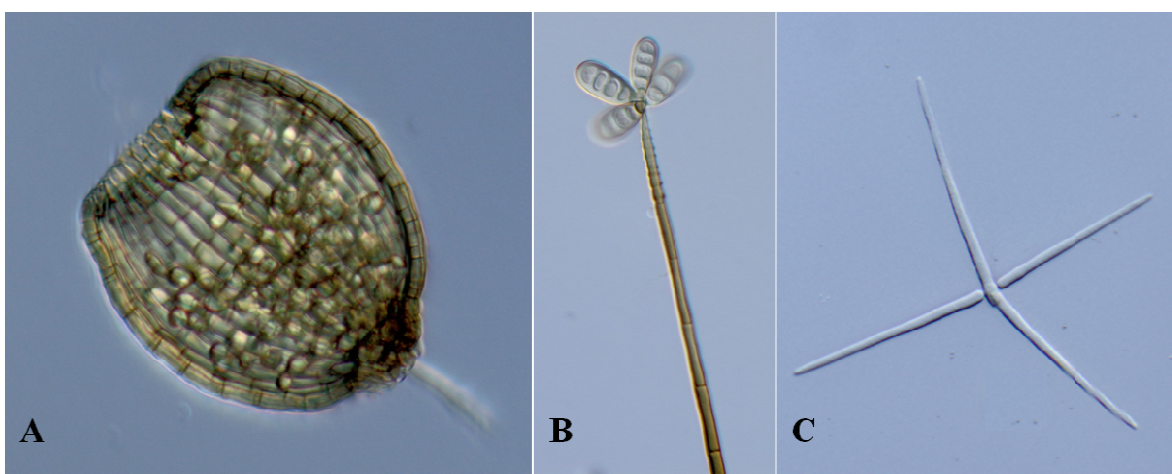


Figura 1- Hifomicetos aquáticos. A) *Cancellidium applanatum* Tubaki; B) *Sporidesmiella hyalosperma* (Corda) P.M. Kirk; C) *Triscelophorus acuminatus* Nawawi (Fotografias: A e B- Josiane Monteiro).

1.3 Fungos ingoldianos

Os fungos ingoldianos foram nomeados em honra ao professor Cencil Terence Ingold, devido a seu extenso trabalho com o grupo de hifomicetos aquáticos (Descals et al.1977)

Após coletar algumas amostras de água e folhas submersas de um riacho no quintal de sua casa, na Inglaterra, Ingold encontrou vários tipos de esporos (Ingold 1942). Em 1942 publicou seu primeiro estudo com o grupo que denominou de hifomicetos aquáticos. Neste trabalho, apresentou 16 espécies, sendo sete novos gêneros, 11 novas espécies, duas combinações e o isolamento de 13 espécies em cultura pura. Posteriormente, Ingold trabalhou não só com folhas submersas, mas também com espuma, ilustrando e descrevendo muitos tipos de esporos (Ingold & Ellis 1952; Ingold 1974; 1975).

Ingold também coletou na região tropical, e observou que muitos fungos encontrados nesta região eram da mesma espécie que os da região temperada (Ingold 1956; 1958; 1959), sugerindo que estes fungos poderiam ser cosmopolitas. Em 1975, Ingold publicou um guia para hifomicetos aquáticos que popularizou ainda mais o estudo do grupo, incentivando novos estudos (Descals & Webster 1982; Barlocher 1982; Marvanová 1997; Descals 2005a).

Durante sua vida profissional, Ingold descreveu mais de 50 espécies de fungos ingoldianos. Ingold faleceu em 31 de maio de 2010, com 104 anos, e ainda estava trabalhando com o grupo (Webster 2010). Ele inspirou vários pesquisadores e deixou um grande legado.

1.3.1 Morfologia, germinação e identificação molecular

Os fungos ingoldianos são classificados morfológicamente com base no conídio (Descals 2005a), que neste grupo apresenta morfologia ramificada (em sua grande maioria, tetrarradiados) e sigmoide. Mas a identificação dos conídios requer atenção para o tipo de secessão e ramificações.

Entretanto, alguns conídios não oferecem características determinantes para identificação da espécie, como *Isthmolongispora quadricellularia* Matsush., que não pode ser identificada apenas pela observação dos conídios, pois seus conídios são muito semelhantes aos de *Wiesneriomyces javanicus* Koord. Só ocorre a diferenciação com a observação do corpo de frutificação, sendo necessário desta forma, o isolamento em cultura.

Devido a morfologia e sua baixa densidade os conídios dos fungos ingoldianos apresentam uma hidrodinâmica excelente, que os permitem flutuar na lâmina d'água, se fixar aos substratos e a espumas (Schoenlein-Crusius et al. 2007), estas são grandes reservatórios naturais de conídios destes fungos.

O conídio tetrarradiado entra em contato com a superfície por três pontos, assim os conídios agem como um tripé representando uma forma estável de fixação. Há um estímulo para se iniciar a germinação, e em seguida são formados apressórios nas pontas das ramificações que ajudam a fixar os conídios ao substrato e dificultar sua remoção pela corrente da água (Webster & Davey 1984). Diferentemente do tetrarradiado, o esporo sigmoide entra em contato com a superfície por dois pontos. Apesar de conídios tetrarradiados promoverem maior estabilidade em superfícies lisas, Webster & Davey

(1984) ressaltaram que os conídios sigmoides apresentam maior resistência a ser arrastados pela água que os tetrarradiados, por apresentarem menos pontos de contato com a água.

O estudo com fungos ingoldianos tem se expandido na classificação, utilizando não só a morfologia, mas também a biologia molecular. Belliveau & Barlocher (2005) comprovaram que os fungos ingoldianos são polifiléticos. O DNA Barcoding também está sendo utilizado para identificação de alguns fungos. Letourneau et al. (2010) testaram algumas sequências com as espécies do gênero *Tetracladium* De Wild., e concluíram que a sequência ITS (Internal Transcribed Spacer) apresentou a resolução mais congruente com o morfologia dos conídios. Dentre os estudos, a sequência ITS tem recebido maior atenção e apresentado eficiência para a maioria das espécies (Letourneau et al. 2010; Seena et al. 2010; Duarte et al. 2013). Entretanto, os estudos com filogenia de fungos ingoldianos, que necessitam da confecção de culturas para o seu desenvolvimento, têm sido intimidados pelo baixo número de sequências depositadas no “National Center for Biotechnology Information” (NCBI), cerca de 72, o que recebeu a atenção de Duarte et al. (2013), os quais sugerem técnicas reformuladas para extração de DNA a partir de amostras ambientais.

Através de uma compilação de dados das espécies de fungos ingoldianos, foi possível inferir que existem cerca de 315 espécies, distribuídas em 81 gêneros. A maioria dos gêneros de fungos ingoldianos é representada por poucas espécies, 28 gêneros são monotípicos; *Tricladium* Ingold é o mais diversificado, com 21 espécies (Campbell et al. 2009). No entanto, o número de espécies de fungos ingoldianos pode estar subestimado, considerando três principais fatores: i) áreas ainda não estudadas, principalmente em regiões tropicais; ii) grande número de conídios encontrados em espuma ainda não descritos como novas espécies (necessidade de cultura pura); iii) recursos humanos treinados, ao nível nacional e mundial, na identificação deste grupo de fungos.

1.3.2 Sobrevivência de fungos ingoldianos em ambiente terrestre

A sobrevivência de fungos ingoldianos em ambiente terrestre foi apontada por autores como, Tubaki (1960) e Bandoni (1972). Bandoni (1981) fez um levantamento de hifomicetos aquáticos que foram encontrados em ambiente terrestre, 25 espécies foram de fungos ingoldianos, e sugeriu que alguns destes fungos podem crescer ativamente em ambiente terrestre (épocas de chuva e locais que acumulam esta água propiciam o crescimento de hifomicetos aquáticos, como em folhas inundadas, ocos de árvores, entre

outros). Segundo Thakur (1977) espécies de hifomicetos aquáticos poderiam sobreviver em ambiente terrestre por cerca de 2 meses em folhas secas.

Sanders & Webster (1978) apontaram que a presença desses fungos ingoldianos em ambiente terrestre seria devido a sua condição anfíbia. Estes autores observaram que a maioria dos teleomorfos, correspondentes aos fungos ingoldianos, era representada por ascomicetos ou basidiomicetos terrestres e todos os fungos ingoldianos encontrados em seu estudo colonizaram substratos lignícolas, que são os substratos mais decompostos por ascomicetos. Assim, eles sugeriram que os ascomicetos esporulavam e dispersando seus esporos pelo vento chegavam aos corpos d'água. No ambiente aquático haveria o desenvolvimento do anamorfo (fungo ingoldiano) que teria condições de colonizar substratos lignícolas submersos, bem como terrestres pela sua condição anfíbia. Vale ressaltar que menos de 15% de conexões entre teleomorfo e fungos ingoldianos foram registradas, e o número de conexões entre fungos ingoldianos e ascomicetos aquáticos têm aumentado com os novos estudos (Webster 1992; Shearer et al. 2007; Shearer et al. 2009). Sendo necessários novos estudos para se esclarecer esta possível sobrevivência em ambiente terrestre.

1.3.3 Importância econômica

Fungos ingoldianos apresentam um grande potencial biotecnológico, apesar disto pesquisas nesta área ainda são escassas. Segundo Shearer & Zare Marvan (1988), em ecossistemas aquáticos, principalmente nos ecossistemas de ambientes lóticos, os fungos produzem antibióticos que são imediatamente levados pela água. Gulis & Stephanovich (1999) testaram a atividade antimicrobiana de fungos ingoldianos e observaram em seus experimentos que *Articulospora tetracladia* Ingold, *Filosporella versimorpha* Marvanová, P. J. Fisher, Aimer & B. C. Segedin suprimiram o crescimento de bactérias gram-negativas; *Lunulospora curvula* Ingold suprimiu o crescimento de cepas de bactérias gram-positivas; *Clavariopsis aquatica* De Wild. e *Flagellospora curvula* Ingold foram ativas contra bactérias gram negativas e positivas.

Algumas espécies de fungos ingoldianos podem apresentar modo de vida endofítico, que torna as espécies conhecidas pela produção de bioativos (Strobel 2003). Arya & Sati (2011) analisando a atividade antagonista de fungos ingoldianos a bactérias patogênicas, indicaram que *Tetrachaetum elegans* Ingold foi ativo inibindo as zonas de crescimento de quatro bactérias e *Tetracladium marchalianum* De Wild. foi ativo contra

todas cinco bactérias testadas no estudo. Fazem-se necessários novos estudos que servirão de subsídios para confecção de antibióticos.

1.3.4 Decomposição em ecossistemas aquáticos e fatores que condicionam a distribuição de fungos ingoldianos

O processo de decomposição em ecossistemas aquáticos ocorre em três etapas: lixiviação, condicionamento e fragmentação (Gimenes et al. 2010). A lixiviação é a remoção abiótica de substâncias solúveis, como fenóis, carboidratos e aminoácidos, sendo completada entre 24-48h (Barlocher 2005). O condicionamento ocorre pela colonização da matéria orgânica por microrganismos, que são representados por bactérias e fungos; tendo estes grande relevância devido a maior biomassa e atividade (Suberkropp et al. 2010). Os fungos ingoldianos se destacam na decomposição de substratos submersos demonstrando a produção de enzimas com atividade celulolítica, lignolíticas, pectinolíticas e proteolíticas (Suberkropp 1992 Abdel-Raheem & Ali 2004), facilitando a transferência de nutrientes entre diferentes partes do ecossistema aquático e principalmente o desbloqueio do maior recurso de energia existente nesses ecossistemas, os substratos (Barlocher & Kendrick 1981). Os fungos aceleram a decomposição através de dois mecanismos, o primeiro ocorre através da maceração, metabolismo e incorporação das folhas para a produção secundária (Gimenes et al. 2010), e o segundo, aumentando a palatabilidade da matéria orgânica para invertebrados detritívoros (Gulis & Suberkropp 2007). E na terceira fase ocorre a maceração fúngica, e principalmente a abrasão e trituração por invertebrados, contribuindo significativamente para a produção de matéria orgânica fragmentada (Abelho 2001).

A atividade de fungos ingoldianos é condicionada por fatores internos e externos dos corpos d'água. Os fatores internos, também denominados fatores abióticos ou ambientais (Artigas et al. 2008), são estruturais na comunidade de hifomicetos aquáticos, assim como os bióticos, invertebrados que aceleram o processo de decomposição com a fragmentação da matéria orgânica. Os fatores abióticos são representados pela temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, concentração de nutrientes e o pH.

A temperatura da água pode influenciar o crescimento de algumas espécies, certas espécies como *Lunulospora curvula* Ingold são mais abundantes em águas da região tropical, apresentam ótimo de crescimento e esporulação a 25°C; outras espécies a exemplo de *Tricladium chaetocladium* Ingold, consideradas mais abundantes em regiões temperadas, apresentam picos de crescimento e esporulação entre 15-20°C (Suberkropp 1984), enquanto espécies consideradas cosmopolitas, como *Flagellospora curvula* Ingold e

Articulospora tetracladia Ingold, apresentam aumento na atividade de esporulação em temperaturas entre 20-25°C (Chauvet & Suberkropp 1998).

Com relação a concentração de oxigênio dissolvido, Medeiros et al. (2009) apontaram que a decomposição de serrapilheira submersa era mais rápida com o aumento da concentração de oxigênio dissolvido, e quanto maior a concentração de oxigênio maior seria a diversidade.

A concentração de nutrientes é um dos fatores mais estudados e que apresenta interferências na comunidade fúngica. Alguns pesquisadores indicam que o aumento da concentração de nutrientes, principalmente pela adição de nitrogênio e fósforo, eleva a biomassa fúngica, a taxa de decomposição, produção de conídios e a riqueza de espécies (Robinson & Gessner 2000; Gulis & Suberkropp 2004; Suberkropp et al. 2010).

O pH que os fungos ingoldianos apresentam melhor atividade é próximo ao neutro (6,2-6,5) (Barlocher 1992), entretanto algumas espécies podem ser selecionadas de acordo com o pH, uma vez que estas são mais abundantes em pH ácido ou básico (Rosset & Barlocher 1985; Chauvet 1991).

Como fatores externos são considerados a precipitação e a constituição da vegetação ripária. A precipitação é relevante na região semiárida pela condição intermitente de alguns rios. Com relação a vegetação ripária, os substratos existentes em ecossistemas lóticos são compostos principalmente por material vegetal morto dessas árvores (Abdullah & Taj-Aldeen 1989). Além disso, o tipo de vegetação ripária pode determinar a diversidade das espécies, a frequência e a abundância dos conídios de fungos ingoldianos (Laitung & Chauvet 2005). Gulis (2001) observou que a composição química do substrato poderia selecionar a colonização por algumas espécies fúngicas. Folhas que apresentam compostos secundários como lignina e fenóis em alta concentração inibem a colonização por hifomicetos aquáticos, o que foi observado no Cerrado brasileiro (Gonçalves Jr. et al. 2007), enquanto aquelas que não apresentam tais moléculas, ou apresentam em concentrações baixas, são mais facilmente colonizadas (Graça 2001).

1.3.5 Estudos com fungos ingoldianos

O grupo dos fungos ingoldianos é considerado cosmopolita (Barlocher 1992). A maioria das espécies foi registrada em todos os continentes, como *Articulospora tetracladia* Ingold, *Flagellospora curvula* Ingold e *Triscelophorus acuminatus* Nawawi. Porém muitas espécies ainda são pouco amostradas pela falta de estudos em regiões

tropicais. Entretanto, na região temperada são mais conhecidos (Ingold 1975; Descals 2005a; Marvanová 1997).

Os estudos em regiões tropicais também se iniciaram com Ingold, em águas continentais da África (Ingold 1956). Outros pesquisadores de regiões temperadas coletaram na América do Sul, Jamaica (Hudson & Ingold 1960), Cuba (Marvanová & Marvan 1969), Peru e Equador (Matsushima 1993), entre outros. Marvanová (1997) publicou uma chave de identificação de fungos ingoldianos com base nas listas da Índia e Malásia.

No início dos anos 80 o estudo com fungos ingoldianos na América do Sul começou a se difundir (Burgos & Riffart 1982, Betancourt & Caballero 1983). Na América Central, Santos-Flores & Betancourt-López (1997) publicaram um levantamento de conídios de hifomicetos aquáticos, coletados em Porto Rico, com descrições, comentários, chaves de identificação e ilustrações.

No Brasil, se iniciaram no final dos anos 80 e estão centrados em São Paulo. Foram realizados estudos com folhas submersas de *Ficus microcarpa* L. F. (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989), *Quercus robur* L. (Schoenlein-Crusius et al. 1990), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Muell. Arg. (Schoenlein-Crusius & Milanez 1998), assim como folhas submersas mistas (Schoenlein-Crusius et al. 1992; Schoenlein-Crusius 2002; Schoenlein-Crusius et al. 2009).

Schoenlein-Crusius & Grandi (2003) realizaram um compilação de espécies de hifomicetos aquáticos na América do Sul e indicaram 93 táxons de fungos ingoldianos. Atualmente foram registradas no Brasil 50 táxons de fungos ingoldianos (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003; Schoenlein-Crusius et al. 2009; Barbosa & Gusmão 2011; Moreira & Schoenlein-Crusius 2012). A primeira nova espécie proposta no Brasil foi *Pyramidospora robusta* Moreira & Schoenlein-Crusius, em folhas submersas de *Caesalpinia echinata* Lam. e *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (Moreira & Schoenlein-Crusius 2012).

Na região semiárida brasileira foram registradas até o momento cinco espécies de fungos ingoldianos. Cruz et al. (2007) registraram *Triscelophorus deficiens* (Matsush.) Matsush., em folhas mortas de mata semidecídua na Bahia. Cavalcanti & Milanez (2007) observaram *Dendrosporium lobatum* Plankidas & Edgerton ex J.L. Crane em solo pernambucano. Barbosa & Gusmão (2011), encontraram *Brachiosphaera tropicalis* Nawawi, *Ingoldiella hamata* D. E. Shaw e *Scutisporus brunneus* K. Ando & Tubaki,

associados a substratos submersos, em um remanescente de mata atlântica na Bahia. Sendo assim, o estudo com fungos ingoldianos é extremamente escasso na região semiárida.

1.4 Região Semiárida

A região semiárida brasileira inclui todo o Nordeste, com exceção do Maranhão, e o norte de Minas Gerais (Giulietti et al. 2006). A Caatinga é o bioma predominante sendo representada por uma área de 734.478 km², exclusivamente brasileira e abrigando um alto endemismo devido as suas condições únicas de vegetação, clima e relevo (Ministério do Meio Ambiente 2002). É formada por uma vegetação xerófila, espinhosa e caducifolia constituindo um mosaico de florestas secas e arbustivas, com até 12 tipos, enclaves de mata atlântica e de cerrado (Tabarelli & Silva 2003).

Os enclaves de mata atlântica são verdadeiras ilhas de mata úmida inseridas em uma região adaptada a condições de seca, e cercadas por vegetação de Caatinga (Andrade-Lima 1982). Segundo Cavalcante (2005), os enclaves são mantidos pela ação combinada da localização geográfica, altitude, disposição do relevo em relação aos ventos oriundos do litoral e do solo.

Considerando o grande endemismo e ocorrência de fenômenos biológicos especiais no bioma Caatinga o Ministério do Meio Ambiente nomeou 292 áreas prioritárias da biodiversidade (Ministério do Meio Ambiente 2007). Entre elas se encontram as quatro áreas de estudo do presente trabalho e do Programa de Pesquisa de Biodiversidade do Semiárido: Chapada do Araripe-CE, Serra da Jibóia-BA, Brejo Paraibano-PB e Serra de Ibiapaba-CE, sendo que os últimos três são enclaves de mata atlântica.

Estima-se que existam mais de 1000 espécies de plantas vasculares, 187 de abelhas, 240 de peixes, 167 de répteis e anfíbios, 516 aves e 148 espécies de mamíferos no bioma Caatinga (Santos et al. 2011). De acordo com Gusmão et al. (2006), 955 espécies de fungos *sensu lato* foram registradas no semiárido brasileiro, incluindo os grupos Ascomycota, Basidiomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota, Myxomycota, Oomycota, Zygomycota e fungos conidiais, sendo o último grupo mais representativo (407 espécies). Entretanto, com o Programa de Pesquisa de Biodiversidade do Semiárido/PPBio Semiárido, do qual este estudo faz parte, o número de espécies e distribuição geográfica de fungos sofrerá uma grande mudança.

O clima da região é do tipo semiárido à subúmido seco, com chuvas que se distribuem entre três e cinco meses, apresentando médias anuais que variam de 250 a 900 mm que são variáveis espacial e temporalmente (Alves 2007). Segundo Araújo et al.

(1999) o relevo tem altitudes predominantes inferiores a 500 m entre serras e chapadas que podem chegar a 1200 m. Estes autores consideram, que as variações do relevo existentes na região semiárida determinam chuvas convectivas e diminuem a temperatura, com o aumento da altitude, possibilitando a grande variação de vegetação e microclimas.

Rios intermitentes ou temporários são característicos de regiões semiáridas devido à alta temperatura (28° C), evaporação (2000 mm), escassez de chuvas e solos rasos com embasamento cristalino sendo o armazenamento de água no solo mínimo e a vazão da maior parte dos rios é efêmera e intermitente (Cabral et al. 2004; Cavalcante 2005). De acordo com Maltchik (1999), os rios da região semiárida sofrem com perturbações hidrológicas (escassez de precipitação) que exercem forte influência na sua organização, refletindo nas duas fases, a cheia e a seca. O mesmo autor ressalta que estas duas fases afetam a concentração de nutrientes, substratos e toda biota existente nestes ecossistemas aquáticos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Realizar inventário de fungos ingoldianos associados a folhas submersas e espuma, em corpos d'água de algumas áreas da região semiárida, ampliando o conhecimento sobre a biodiversidade da micota aquática brasileira.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a nível específico os fungos ingoldianos ocorrentes em algumas áreas da região semiárida brasileira;
- Descrever e ilustrar as espécies encontradas;
- Apresentar comentários taxonômicos e distribuição geográfica mundial de todos os novos registros;
- Incluir lâminas semipermanentes no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS);
- Isolar em meio de cultura específico o maior número de espécies de fungos ingoldianos possível;
- Incluir os fungos na Coleção de Cultura de Microorganismos da Bahia (CCMB).

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

Expedições de coleta

O estudo foi realizado em quatro áreas do PPBio/ Semiárido: Serra de Ibiapaba-CE (1), Brejo Paraibano-PB (6), Serra da Jibóia-BA (9) e Chapada do Araripe-CE (10) (Figura 1). Estas áreas foram escolhidas por apresentar extrema importância biológica (Velloso et al. 2002).

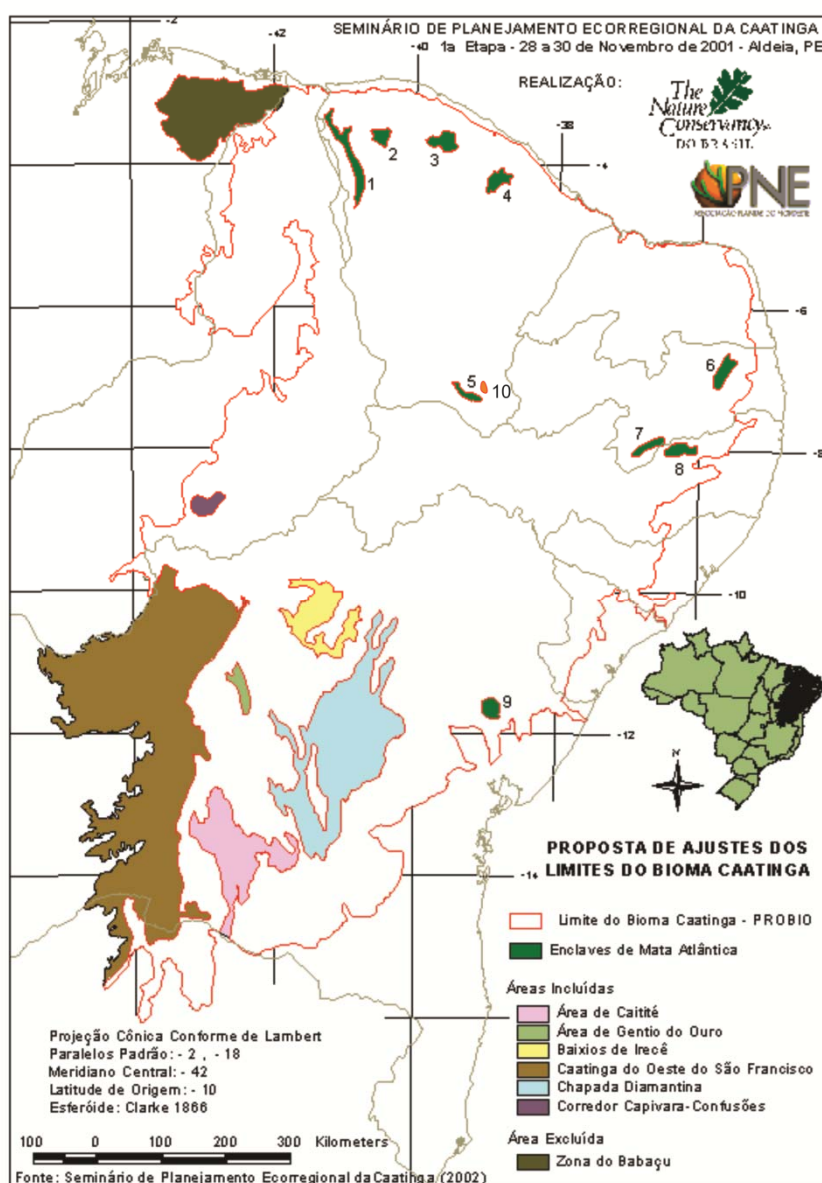


Figura 2- Mapa das ecorregiões do Bioma Caatinga, e os enclaves de matas higrofilas (Atlântica) na região semiárida. Em destaque as áreas de estudo: 1.Serra de Ibiapaba-CE, 6. Brejo Paraibano-PB, 9. Serra da Jibóia-BA, 10. Chapada do Araripe-CE (em laranja). (Adaptado de Velloso et al. 2002)

Para cada área de estudo foi realizada uma expedição de coleta, onde amostras de espuma e folhas submersas foram coletadas para levantamento da biodiversidade e confecção de culturas.

3.1.1 Parque Nacional de Ubajara/Serra de Ibiapaba-CE

A Serra de Ibiapaba possui 1.625.019,00 ha, com altitude que varia entre 300 a 1200 m e divide os estados do Ceará e Piauí, fazendo parte da Ecorregião Complexo Ibiapaba-Araripe, situada a extremo noroeste (Oliveira & Bastos 2010).

O clima da Serra da Ibiapaba é tropical quente semiárido, brando nas regiões de menor altitude (próximas à divisa com o Piauí) e tropical quente subúmido nas regiões de maior altitude e nas encostas da Serra de Ibiapaba (Costa et al. 1997). A temperatura anual varia entre 24 e 25° C e o índice de precipitação anual pode chegar a 1500 mm (Barreto et al. 2012).

Com relação à vegetação, ocorre o predomínio da caatinga, porém outras três vegetações são encontradas: a floresta atlântica, a floresta subcaducifolia amazônica e o cerrado (Campanili & Prochnow 2006). A existência de vegetação nativa da Serra de Ibiapaba, a mata úmida, deve-se à forte declividade e também à criação das unidades de conservação: APA da Ibiapaba e o Parque Nacional de Ubajara (Campanili & Prochnow 2006), onde ocorreu a coleta. A sub-bacia hidrográfica que banha a Chapada de Ibiapaba é a de Parnaíba.

O Parque Nacional de Ubajara, que se localiza na região noroeste da Serra de Ibiapaba, foi criado em 1959 apresentando uma extensão de 4000 ha (Guedes et al. 2000). Porém, em 1973 e 2002 teve seus limites alterados apresentando atualmente 6288 ha (Nascimento et al. 2005). Esta Unidade destaca-se pelo patrimônio espeleológico, diversidade biológica, espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção, devido a distribuição restrita ou fragmentada somada a grande pressão do comércio ilegal (IBAMA 2002).

As coletas ocorreram no riacho Gameleira (S 03°50'24,8", W 40°54'18,6") (Figura 3c-d) e no Rio das Minas (S 03°50'2,6", W 40°54'18,3") (Figura 3e-f), um dos principais corpos d' água de Ubajara. A área é rica em recursos hídricos, sejam perenes ou intermitentes, que se unem para formar o rio Ubajara (IBAMA 2006). A mata ciliar destes rios é constituída por angiospermas e briófitas, que chegam a formar grandes tapetes.

3.1.2 Alagoa Grande, Areia/Brejo Paraibano-PB

A Paraíba é um dos estados do nordeste que mais possui brejos de altitude e apresentam vegetação de floresta atlântica cercada por formações de caatinga consideradas enclaves de mata atlântica, sendo representantes de reservatórios da biodiversidade (Tabarelli & Santos 2004). O Brejo Paraibano localiza-se na borda úmida oriental do Planalto da Borborema e engloba os municípios de Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Pilões e Serraria (Barbosa et al. 2004). Alguns dos principais rios da Paraíba nascem no Planalto da Borborema ou tornam-se perenes com a contribuição de outros córregos e riachos da região (Cabral et al. 2004).

As coletas ocorreram na Reserva Ecológica da Mata do Pau Ferro (Areia-PB) (S 06° 58,1' 14,8", W 35° 44' 55,9") (Figura 4b) e na cidade vizinha Alagoa Grande-PB (S 07°04'40, W 35°63'27) (Figura 4d). Na Mata do Pau Ferro só houve a coleta de folhas submersas uma vez que não foram encontradas espumas (Figura 4). A coleta de espuma foi realizada no rio Pitombeira (Alagoa Grande-PB).

A Reserva Ecológica Mata do Pau Ferro foi criada em 1992. Está localizada a 5 km do município de Areia, apresentando uma área de 600 ha, altitude que varia entre 400 e 600 m; temperatura média de 22° C e índice pluviométrico de 1400 mm (Oliveira et al. 2009). Constitui um dos poucos remanescentes de mata atlântica da Paraíba, sendo um dos mais representativos (Azeredo et al. 2003). O clima é úmido e a hidrografia se caracteriza por apresentar pequenos a médios cursos d'água que apresentam oscilações em suas vazões entre os períodos seco e chuvoso, sendo considerados semiperenes (Barbosa et al. 2004).

O rio Pitombeira está situado ao sul da Reserva Ecológica Mata do Pau Ferro e a 103 km da capital. Nasce na Serra da Pitombeira (Areia-PB) e faz parte da sub-bacia de Mamanguape (Paiva Jr 2006). O clima é classificado como quente e úmido, a precipitação volumétrica varia entre 700 a 900 mm por ano e a temperatura de 24 ° a 30° C (Júnior 2006). O rio é cercado por angiospermas com predominância da sub-família Bambusoideae e delineado por rochas.

3.1.3 Santa Terezinha/Serra da Jibóia-BA

A Serra da Jibóia está localizada na região do Recôncavo Sul, porção leste do Estado da Bahia, e constitui-se em um complexo de morros com aproximadamente 22.000 ha e altitude variando entre 750 e 840 m (Neves 2005).

A Serra da Jibóia é considerada um enclave de Mata Atlântica que apresenta várias formações vegetais. A caatinga está presente na base, mata higrófila nas encostas e campo rupestre no topo, decorrente do afloramento gnáissico-granítico (Queiroz et al. 1996). Os solos são rasos e com grande quantidade de serrapilheira (Sobrinho & Queiroz 2005). A Serra apresenta clima semiárido, temperatura média de 24°C, pluviosidade média anual de 1200 mm e o período chuvoso vai de novembro a janeiro (Tomasoni & Santos 2003; Neto 2007).

Foi escolhido um riacho para coleta (S 12°51'23,1", W 39°28'33,0"), devido a escassez de água (Figura 5). A Serra da Jibóia atua como divisor das bacias dos rios Jequiriçá, Dona Jaquaribe e Paraguassu (Sandes 2009). Além disso, no perímetro da Serra existem várias nascentes que são fundamentais para o desenvolvimento da região e manutenção do geossistema (Sandes 2009). As chuvas orográficas concentradas entre os meses de abril e julho permitem a manutenção dos seus reservatórios e nascentes (Tomasoni & Santos 2003).

3.1.4 Missão Velha/Chapada do Araripe- Geoparque do Araripe-CE

A Chapada do Araripe se estende entre os estados de Ceará, Pernambuco e Piauí, tendo sua maior extensão no primeiro estado. Consiste de um planalto com formação sedimentar que possui uma área no topo de 7.500 km² e altitude de 700 a 1000 m (Limaverde 2007). A Chapada exhibe uma grande biodiversidade entre várias formações vegetais, como a presença de floresta tropical subperenifólia no topo; na encosta, cerrado e cerradão; e nas áreas circunvizinhas caatinga hiperxerófila e floresta tropical caducifólia (Alves & Cavalcanti 1996). Ela possui centenas de fontes d'água nas suas encostas, riqueza que não é uniforme já que 80% da vazão concentra-se no Ceará (Silva et al. 2011).

Missão velha está inserida no Geoparque da Chapada do Araripe que é um dos principais sítios paleontológicos do período Cretáceo (GeoPark Araripe 2012). Apresenta uma área de 533,95 km² e altitude de 360 m. O clima local é definido como tropical quente semiárido brando; a temperatura anual varia de 25° a 26° C e o índice pluviométrico anual entre 800 a 1000 mm (Cardoso et al. 2010; Barreto et al. 2012).

O rio escolhido para coleta foi o Missão Velha (S 07°14'59", W 39°08'35") (Figura 6). O rio nasce no sopé da Chapada do Araripe e corta todos os seus municípios do sul ao norte (Magalhães 2001). Pertence à sub-bacia do Salgado, com 13.275 km², que é constituída por rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, representado por rochas

do Arqueano ao Proterozóico Superior. Além disso, ocorrem depósitos sedimentares representados pela Bacia Sedimentar do Araripe (Santana 2009). Esta sub-bacia detém os melhores sistemas aquíferos, os poços tubulares mais profundos (até 750 m) e tem suas maiores vazões no Crato-CE (Cajazeiras 2007).

O rio Missão Velha sofre com o despejo de dejetos humanos e esgoto fruto da falta de ações educativas do governo. Apesar da poluição já alarmante, a comunidade ainda utiliza o rio diariamente para banho e alimentação. Além disso, após o alto desmatamento e rio Missão Velha perdeu grande parte de sua mata ciliar.

A cidade de Missão Velha-CE apresentou o maior índice pluviométrico de janeiro de 2011 (128 mm), no dia anterior a coleta. Possibilitando a formação de muitas espumas no rio (Figura 5c-d).



Figura 3- Serra de Ibiapaba. a e b) Visão geral; c) Rio Gameleira; d) Espuma do rio Gameleira e- f) Rio das Minas (Fotografias: a e b) Davi Almeida; c a f) Tasciano dos Santos Santa Izabel).

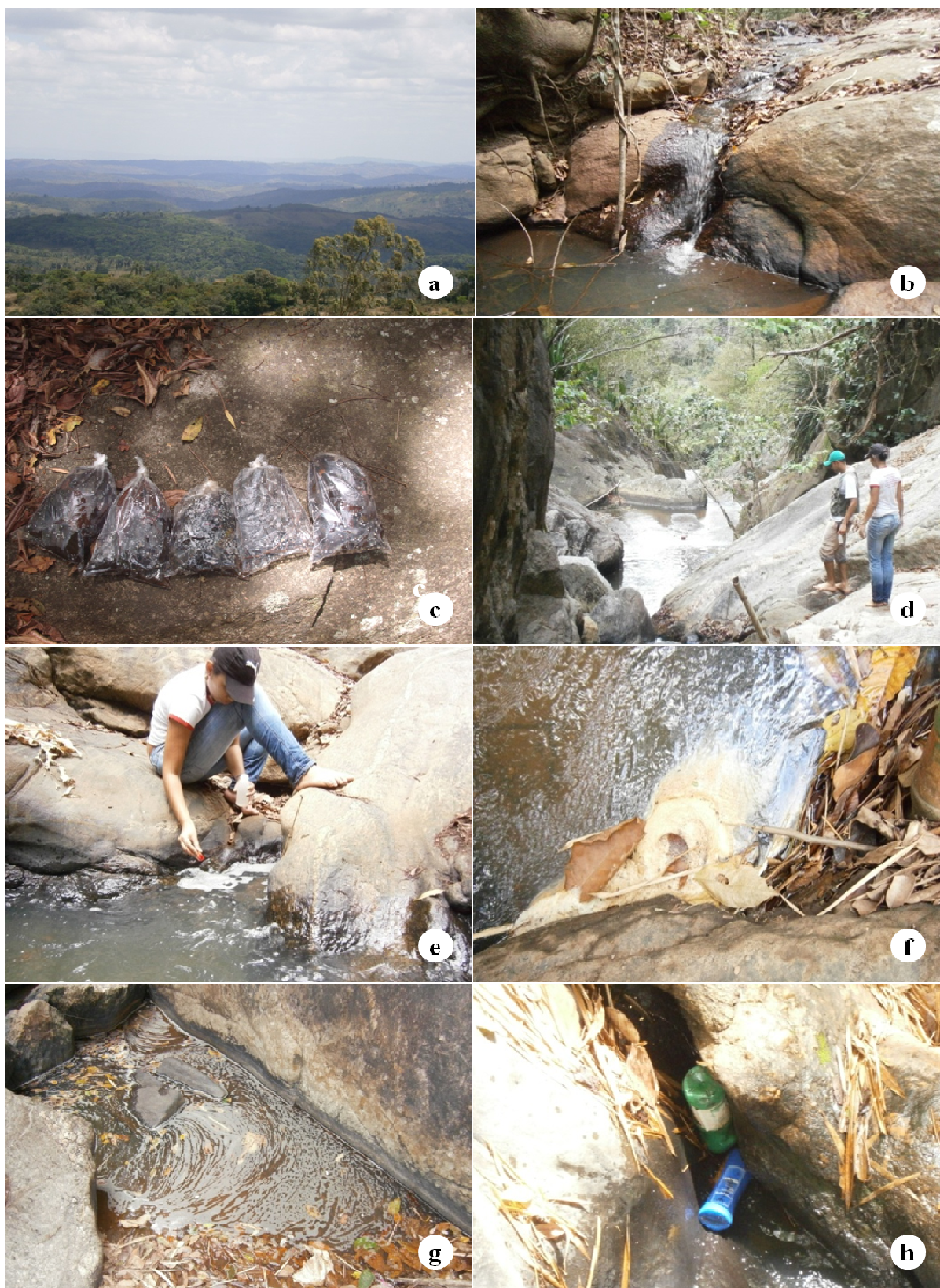


Figura 4- Brejo Paraibano: Mata do Pau Ferro. a) Visão geral da Mata do Pau Ferro; b) Riacho onde as amostras foram coletadas; c) Algumas das amostras coletadas; **Rio Pitombeira.** d) Local de coleta; e) Coleta de espuma; f e g) Amostras coletadas; h) Lixo encontrado no rio (Fotografias: c) Silvana Santos; d,e) Josiane Monteiro).



Figura 5- Serra da Jibóia. a) Visão geral; b) Topo da Serra, campo rupestre; c e d) Vegetação do local de coleta; e) Riacho em que ocorreu a coleta; f) Espuma e folhas submersas (Fotografias: Tasciano dos Santos Santa Izabel).



Figura 6- Rio Missão Velha. a e b) Visão geral do rio Missão Velha.; c) Local de coleta; d) Espuma (Fotografias: Marcos Marques).

3.2 Metodologia

Espuma

3.2.1 Acondicionamento

A coleta e o acondicionamento das amostras de espuma foram realizados ainda em campo. A metodologia aplicada foi a proposta por Descals (2005b). As amostras de espuma foram coletadas com espátulas fundas e acondicionadas em frascos plásticos de 250 ml (Figura 6a). Em algumas amostras foram acrescentados 5 ml de álcool (70%), com o objetivo de impedir a germinação dos conídios e fixação dos mesmos. As amostras foram preservadas em refrigerador e os frascos foram depositados no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

3.2.2 Preparação de lâminas e identificação

No Laboratório de Micologia (LAMIC), o material coletado foi homogeneizado e com o auxílio de uma pipeta, 0,2 ml de cada amostra foi transferido para lâminas (Figura

6b). Foram confeccionadas 30 lâminas de cada amostra, as quais ficaram expostas à temperatura ambiente para completa evaporação da água. Após a evaporação das amostras, foi adicionada uma gota de ácido láctico em cada lâmina para preservação do material e seladas com esmalte incolor, tornando-se lâminas semipermanentes (Figura 6c). As lâminas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

Os fungos ingoldianos de cada lâmina foram contados e identificados sob o microscópio óptico (Olympus BX51). A identificação foi realizada a partir da observação de caracteres morfológicos dos conídios, e através da comparação dos mesmos com as informações encontradas em bibliografias específicas (Ingold 1975; Marvanová 1997; Santos-Flores & Betancourt-López 1997).

Folhas submersas

3.2.3 Acondicionamento, lavagem e isolamento em cultura

Amostras de folhas submersas foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos e preservadas no refrigerador para impedir a contaminação por outros fungos ou bactérias.

No LAMIC, as amostras de folhas submersas foram submetidas à técnica de lavagem em água corrente (Castañeda Ruiz 2005) e cortadas em pedaços de 1 cm², os quais foram colocados em placas de Petri contendo água destilada esterilizada (Fig. 6d) (Ingold 1975). Fragmentos de meio de cultura de extrato de malte a 0,2% foram adicionados a essas placas. Após a observação da colonização dos fragmentos, esses foram transferidos para uma placa de Petri com meio de cultura para purificação (Fig. 6e). Para a esporulação e posterior identificação dos espécimes isolados em cultura, foi necessário submersão de fragmentos da colônia pura em uma placa de Petri com água destilada esterilizada. As culturas puras foram incluídas na Coleção de Cultura de Microrganismos da Bahia (CCMB).

3.3 Ilustrações

As ilustrações foram realizadas na forma de desenhos utilizando câmara-clara acoplada ao microscópio Olympus BX-51. Evidenciando as estruturas de reprodução (Figura 6f).



Figura 7- Metodologia a) Frascos para acondicionamento de espuma; b) Transferência da alíquota para a lâmina; c) Lâminas semipermanentes; d) Folhas submersas em água destilada; e) Fungos isolados em meio de cultura; f) Câmara clara acoplada ao microscópio.

4.REFERÊNCIAS

- ABDEL-RAHEEM, A.M.; ALI, E.H. 2004. Lignocellulolytic enzyme production by aquatic hyphomycetes species isolated from the Nile's delta region. Mycopathologia, 157: 277-286.
- ABDULLA, S.K.; TAJ-ALDEEN, S.J. 1989. Extracelular enzymatic activity of aquatic and aeroaquatic conidial fungi. Hydrobiologia, 174: 217-223.
- ABELHO, M. 2001. From litterfall to breakdown in streams: A review. The Scientific World, 1: 656-680.
- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. Megadiversidade, 1(1): 70-78.
- ALVES, M.H.; CAVALCANTI, L. H. 1995. Myxomycetes em palmeiras (Arecaceae). Acta Botânica Brasiliaca, 10(1): 1-7.
- ALVES, J.J.A. 2007. Geocologia da caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro. Climatologia e estudos da paisagem, 2(1): 58-71.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G.T. (ed.). Biological Diversification in the Tropics. New York: Columbia University Press. p.:245-254
- ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R.; SHEPHERD, G. J. 1999. Variações estruturais e florísticas do Carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. Revista Brasileira de Biologia, 59(4): 663-678.
- ARTIGAS, J.; ROMANÍ, A.M.; SABATER, S. 2008. Effects of nutrients on the sporulation and diversity of aquatic hyphomycetes on submerged substrata in a Mediterranean stream. Aquatic Botany, 88: 32-38.
- ARYA, P.; SATI, S.C. 2011. Evaluation of endophytic aquatic hyphomycetes for their antagonistic activity against pathogenic bacteria. International Research Journal of Microbiology, 2(9): 342-347.
- AZEREDO, G. A. de; BRUNO, R. de L. A.; ANDRADE, L. A. de; CUNHA, A. O. 2003. Germinação em sementes de espécies florestais da Mata Atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. Pesquisa Agropecuária Tropical, 33(1): 11-16.
- BANDONI, R.J. 1972. Terrestrial occurrence of some aquatic hyphomycetes. Canadian Journal of Botany, 50: 2283-2288.

- BANDONI, R.J. 1981. Aquatic hyphomycetes from terrestrial litter. In: WICKLOW D.T.; CARROLL, G.C. (eds.) The Fungal Community. Its Organization and Role in the Ecosystem. New York: Marcel Dekker. p.: 693-708.
- BARBOSA, M. R. de V.; AGRA, M. de F.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CUNHA, J. P da; ANDRADE, L. A. de. 2004. Diversidade Florística na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. In: PORTO, K.C.; CABRAL, J.J.P.; TABARELLI, M. (eds.). Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p.: 111-122.
- BARBOSA, F.R.; GUSMÃO, L.F.P. 2011. Conidial fungi from semi-arid Caatinga Biome of Brazil. Rare freshwater hyphomycetes and other new records. Mycosphere, 2(4): 475–485.
- BARLOCHER, F.; KENDRICK, B. 1981. The role of aquatic hyphomycetes in the trophic structure of streams. In: WICKLOW, W.T.; CARROLL, G.C. (eds.). The fungal community: its organization and role in the ecosystem. New York: Marcel Dekker.p.: 743-760.
- BARLOCHER, F. 1982. On ecology of Ingoldian fungi. BioScience, 32(7): 581-586.
- BARLOCHER, F. 1992. Research on aquatic hyphomycetes: historical background and overview. In: BARLOCHER, F. (ed.) Ecology of aquatic hyphomycetes. Ecological Studies. Berlin: Springer-Verlag. p.: 1-15.
- BARLOCHER, F. 2005. Leaching. In: GRAÇA, M.A.S.; BARLOCHER, F.; GESSNER, M.O. (eds.). Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide. Dordrecht: Springer. p.: 33-36.
- BARRETO, H.B.F.; SANTOS, W. de O.; CRUZ, C. M. da. 2012. Análise da distribuição da precipitação pluviométrica média anual no estado do Ceará. Revista Verde, 7(2): 122-128.
- BELLIVEAU, M.J.-R.; BARLOCHER, F. 2005. Molecular evidence confirms multiple origins of aquatic hyphomycetes. Mycological Research, 109(12): 1407-1417.
- BETANCOURT, C.; CABALLERO, M. 1983. Acuatic hyphomycetes (deuteromicotina) from los chorros, utuado, Puerto Rico. Caribbean Journal of Science, 19(3-4): 41-42.
- BURGOS, J. E.; RIFFART, R.G. 1982, Hongos saprobios em Chile: Ambiente limnico. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, 306-307: 5-8.
- CABRAL, J.J.P.; BRAGA, R.; MONTENEGRO, S. CAMPELLO, S.; CIRILLO, A.; JÚNIOR, G. P.; FILHO, S.L. 2004. Recursos hídricos e os Brejos de Altitude. In: PORTO, K.C.; CABRAL, J.J.P.; TABARELLI, M. (eds.). Brejos de altitude em Pernambuco e

Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p.: 31-48.

CAJAZEIRAS, C.C.A. 2007. Qualidade e uso das águas subterrâneas e a relação com doenças de veiculação hídrica, região de Crajubar/CE. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 144 p.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. 2006. Mata Atlântica-Uma Rede pela Floresta. Brasília: RMA. 334 p.

CAMPBELL, J.; MARVANOVÁ, L.; GULIS, V. 2009. Evolutionary relationships between aquatic anamorphs and teleomorphs: *Tricladium* and *Varicosporium*. Mycological Research, 113: 1322-1334.

CARDOSO, G.D.; ALVES, P.L. da C. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do. 2010. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira'. Revista Ciência Agronômica, 41(3): 456-462.

CAVALCANTE, A. 2005. Jardins suspensos no Sertão. Scientific American Brasil, 32: 66-67. São Paulo. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/jardinssuspensos no sertao.htm](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/jardinssuspensos%20no%20sertao.htm)>. Acesso em: 10 jan. 2012.

CAVALCANTI, M. S.; MILANEZ, A. I. 2007. Hyphomycetes isolados da água e do solo da Reserva Florestal de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. Acta Botanica Brasilica, 21(4): 857-862.

CASTAÑEDA-RUIZ, R.F. 2005. Metodologia en el estudio de los hongos anamorfos. In: Anais do V Congresso Latino Americano de Micologia. Brasília. p. 182-183.

CHAUVET, E.; SUBERKROPP, K. 1998. Temperature and Sporulation of Aquatic Hyphomycetes. Applied and Environmental Microbiology, 64(4): 1522–1525.

COSTA, J.T.A.; SILVA, L. A. da S.; MELO, F.I.O. 1997. Efeitos do turno de rega e cobertura morta da cultura do alho na Serra de Ibiapaba-Ceará. I. Umidade e temperatura do solo. Ciência Agronômica, 28(1-2): 70-84.

CRUZ, A.C.R.; MARQUES, M.F.O.; GUSMÃO, L.F.P. 2007. Fungos anamórficos (Hyphomycetes) da Chapada Diamantina: novos registros para o Estado da Bahia e Brasil. Acta Botanica Brasilica, 21(4): 847-855.

DESCALS, E.; SANDERS, P.F.; UGALDE, U.O. 1977. Hifomicetos ingoldianos del pais vasco. Munibe, 29: 237-260.

- DESCALS, E.; WEBSTER, J. 1982. Taxonomic studies on aquatic hyphomycetes. III Some new species and a new combination. *Transactions of the British Mycological Society*, 78(3): 405-437.
- DESCALS, E.; MORALEJO, E. 2001. Water and asexual reproduction in the ingoldian fungi. *Botanica Complutensis*, 25: 13-71.
- DESCALS, E. 2005a. Diagnostic characters of propagules of Ingoldian fungi. *Mycological Research*, 109(5): 545-555.
- DESCALS, E. 2005b. Techniques for handling Ingoldian fungi. In: GRAÇA, M.A.S.; BARLOCHER, F.; GESSNER, M.O. (eds.). *Methods to study litter decomposition* Dordrecht: Springer. p.: 129-141.
- DUARTE, S.; SEENA, S.; BARLOCHER, F.; PASCOAL, C.; CÁSSIO, F. 2013. A decade's perspective on the impact of DNA sequencing on aquatic hyphomycete research. *Fungal Biology Reviews*, 1-6.
- FIORUCCI, A.R.; FILHO, E.B. 2005. A importância do oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, 22: 10-16.
- FISHER, P. J. 1977. New methods of detecting and studying saprophytic behavior of aero-aquatic hyphomycetes from stagnant water. *Transactions of the British Mycological Society*, 68(3): 407-411.
- GARETH JONES, E.B.; PANG, K.L. 2012. Tropical aquatic fungi. *Biodiversity conservation*, 21: 2403–2423.
- GEOPARK DO ARARIPE. 2011. Geossítios-Cachoeira Missão Velha. Disponível em: <<http://geoparkararipe.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2012.
- GIMENES, K. Z.; CUNHA-SANTINO, M. B. DA; BIANCHINI JR. I. 2010. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. *Oecologia Australis*, 14(4): 1036-1073.
- GIULIETTI, A. M.; HERLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P. DE; RAPINI, A. 2006. To set the scene. In: QUEIROZ, L.P. DE, RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M.(eds.) *Towards Greater Knowledge of the Brazilian Semi-arid Biodiversity*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. p. :15-19.
- GOH, T.K. 1997. Tropical freshwater hyphomycetes..In: HYDE, K. D. (ed.), *Biodiversity of Tropical Microfungi*. Hong Kong: Hong Kong University Press. p.: 189-227.
- GONÇALVES JR, J. F.; FRANÇA, J. S.; MEDEIROS, A.O.; ROSA, C.A.; CALLISTO, M. 2006. Leaf Breakdown in a Tropical Stream. *International Review of Hydrobiology*, 91(2): 164-177.

- GONÇALVES JR, J. F.; GRAÇA, M.A.S.; CALLISTO, M. 2007. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrients and a low density of shredders. Freshwater Biology, 52: 1440–1451.
- GRAÇA, M.A.S. 2001. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams – a review. International Revue Hydrobiologie, 86: 383-393.
- GRYGANSKYI, A. P.; HUMBER, R.A.; SMITH, M. E.; MIADLIKOVSKA, J.; WU, S.; VOIGT, K.; WALTHER, G.; ANISHCHENKO, I.M.; VILGALYS, R. 2012. Molecular phylogeny of the Entomophthoromycota. Molecular Phylogenetics and Evolution, 65: 682–694.
- GUEDES, P. G.; SILVA, S.S.P. da; CAMARDELLA, A.R.; ABREU, M.F.G de; BORGES-NOJOSA, D.M.; SILVA, J. A. G. da; SILVA, A.A. 2000. Diversidade de mamíferos do Parque Nacional de Ubajara (Ceará, Brasil). Journal of Neotropical Mammalogy, 2: 95-100.
- GULIS, V.I.; STEPHANOVICH, A.I. 1999. Antibiotic effects of some aquatic hyphomycetes. Mycological Research, 113(1): 111-115.
- GULIS, V. 2001. Are any substrate preferences in aquatic hyphomycetes? Mycological Research, 105: 1088-1093.
- GULIS, V; SUBERKROPP, K.F. 2004. Effects of whole-stream nutrient enrichment on the concentration and abundance of aquatic hyphomycete conidia in transport. Mycologia, 96(1): 57–65.
- GULIS, V; SUBERKROPP, K.F. 2007. Fungi: biomass, production, and sporulation of aquatic hyphomycetes. In: HAUER, R.; LAMBERTI, G.A. (eds.) Methods in stream ecology. San Diego: Academic Press. p.: 311-325.
- GUSMÃO, L.F.P.; MELO, E de; FRANÇA, F.; BARBOSA, F.F. 2006. O semi-árido brasileiro e os fungos. In: GUSMÃO, L.F.P.; MAIA, L.C. (eds.) Diversidade e caracterização dos fungos do semi-árido brasileiro. Recife: Associação Plantas do Nordeste. p.:19-26.
- HIBBETT, D. S. et al. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the fungi. Mycological Research, 3: 509-547.
- HUDSON, H.J.; INGOLD, C.T. 1960. Aquatic hyphomycetes from Jamaica. Transactions of the British Mycological Society, 43 (3): 469- 478.
- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2002. Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara. Brasília: IBAMA. p.: 138.

- IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2006. Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do Parque Nacional de Ubajara. Brasília: IBAMA. p.: 23.
- INGOLD, C. T. 1942. Aquatic Hyphomycetes of Decaying Alder Leaves. Transactions of the British Mycological Society, 25: 339-417.
- INGOLD, C.T.; ELLIS, E.A. 1952. On some hyphomycete spores, including those of *Tetracladium maxilliformis* from Wheatfen. Transactions of the British Mycological Society, 35: 158-161.
- INGOLD, C.T. 1956. Stream spora in Nigeria. Transactions of the British Mycological Society, 39(1): 108-110.
- INGOLD, C.T. 1958. Aquatic hyphomycetes from Uganda and Rhodesia. Transactions of the British Mycological Society, 41: 109-114.
- INGOLD, C.T. 1959. Aquatic spora of Omo forest, Nigeria. Transactions of the British Mycological Society, 42(4): 479-485.
- INGOLD, C.T. 1974. Foam spora from Britain. Transactions of the British Mycological Society, 63(3): 487-487.
- INGOLD, C.T. 1975. An illustrated guide to aquatic and waterborne hyphomycetes (fungi imperfect). Freshwater Biological Association Scientific Publication, 30: 1-96.
- LAITUNG, B; CHAUVET, E. 2005. Vegetation diversity increases species richness of leaf-decaying fungal communities in woodland streams. Archiv fur Hydrobiologie, 164 (2): 217–235.
- LETOURNEAU, A.; SEENA, S.; MARVANOVÁ, L.; BARLOCHER, F. 2010. Potential use of barcoding to identify aquatic hyphomycetes. Fungal Diversity, 40: 51-64.
- LIMAVERDE, L. 2007. Os registros rupestres da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. In: Anais do I Congresso Internacional da SAB “ Arqueologia Transatlântica”, XIV Congresso da SAB “Arqueologia, Etnicidade e Território”,III Encontro do IPHAN e Arqueólogos. Florianópolis.
- MARVANOVÁ, L.; MARVAN, P. 1969. Aquatic hyphomycetes in Cuba. Czech Mycology, 23(2): 135–140.
- MARVANOVÁ, L. 1997. Freshwater hyphomycetes: a survey with remarks on tropical taxa. In: JANARDHANAN, K.K.; RAJENDRAN, C.; NATARAJAN, K.; HAWKSWORTH, D.L. (eds.) Tropical Mycology. USA: Science Publishers. p.: 169-226.
- MAGALHÃES, C. J. S. 2001. Fatos e Curiosidades: Missão Velha. Missão Velha: Universidade Federal do Ceará, Casa de José de Alencar 116 p.

- MALTCHIK, L. 1999. Ecologia de rios intermitentes tropicais. In: POMPEO, M.L.M. (ed.). Perspectivas da limnologia no Brasil. São Luiz: Gráfica e Editora União. p.: 77-89.
- MATSUSHIMA, T. 1993 Matsushima Mycological Memoirs N° 7. Kobe: Matsushima Fungus Collect. 658 p.
- MEDEIROS A. O.; PASCOAL, C.; GRAÇA, M.A.S. 2009. Diversity and activity of aquatic fungi under low oxygen conditions. Freshwater Biology, 54: 142-149.
- MICHAELIDES, J.; KENDRICK, B. 1982. The bubble-trap propagules of *Beverwykella*, *Helicoon* and other aero-aquatic fungi. Micotaxon, 14(1): 247-260.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2002. Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 404p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2007. Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Atualização-Portaria MMA nº 09, 23 de janeiro de 2007. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 300p.
- MOREIRA, C.G.; SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H. 2012. Nova espécie e novos registros para o Brasil de hifomicetos em folheto submerso coletados no Parque Municipal Alfredo Volpi, São Paulo, SP, Brasil. Hoehnea, 39(4):521-527.
- MOURA JR., E.G.; ABREU, M.C.; SEVERI, W. 2011. O gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas biológicas das macrófitas aquáticas? Rodriguésia, 62(4): 731-742.
- NASCIMENTO, J.L.X do; JÚNIOR, L.G.S.; SOUSA, A. E. B. A. de; MINNS, J. 2005. Avaliação rápida das potencialidades ecológicas e econômicas do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, usando aves como indicadores. Ornithologia, 1(1): 33-42.
- NEMADE, L.C.; PATIL, V.R.; PATIL, M.S.; CHAUDHARI, S.A. 2010. Diversity of Fresh Water Hyphomycetes from Buldhana District (M.S.), India. Journal of Ecobiotechnology, 2(6): 17-20.
- NETO, E. M. C, 2007. O caranguejo-de-água-doce, *Trichodactylus fluviatilis* (Latreille, 1828) (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae), na concepção dos moradores do povoado de Pedra Branca, Bahia, Brasil. Biotemas, 20(1): 59-68.
- NEVES, M.L.C. 2005. Caracterização da vegetação de um trecho de Mata Atlântica de Encosta na Serra da Jibóia, Bahia. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia. 135p.

- OLIVEIRA, I.A. de; LIMA, J. R.de S.; SILVA, I. de F. da; ANTONINO, A.C.D.; GOUVEIA NETO, G. da C.; LIRA, C. A. B. de O. 2009. Balanço de energia em mamona cultivada em condições de sequeiro no Brejo Paraibano. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 4(2): 185-191.
- OLIVEIRA, H. C. de; BASTOS, C. J. P. 2010. Musgos pleurocárpicos da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. Acta Botânica Brasílica, 24(1): 193-204.
- PAIVA JR., H. B. 2006. Efeitos do rompimento da barragem de Camará na área urbana do município de Lagoa Grande-PB. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal da Paraíba, Paraíba. 115p.
- QUEIROZ, L.P. DE; SENA, T.S.N.; COSTA, M.J.S.L. 1996. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha-Bahia. I: Campo Rupestre. Sitientibus, 15: 27-40.
- ROBINSON, C. T.; GESSNER, M. O. 2000. Nutrient addition accelerates leaf breakdown in an alpine springbrook. Oecologia, 122: 258-263.
- ROSSET, J; BARLOCHER, F. 1985. Aquatic Hyphomycetes: influence of pH, Ca² and HCO₃ on growth in vitro. Transactions of the British Mycological Society, 84(1): 137-145.
- SANDES, A. B. 2009. Potencial pedagógico do geossistema da serra da jiboia educação ambiental e interdisciplinabilidade. In: I Simpósio do Mestrado Profissional - Teologia e sociedade contemporânea: compromisso social, educacional e ético. São Leopoldo.
- SANDERS, P. F.; WEBSTER, J. 1978. Survival of aquatic hyphomycetes in terrestrial situations. Transactions of the British Mycological Society, 71(2): 231-237.
- SANTANA, E. W. 2009. Caderno Nacional da sub-bacia do Salgado. Fortaleza: INESP, p. 131.
- SANTOS, J. C.; LEAL, I.R.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W.; TABARELLI, M. 2011. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. Tropical Conservation Science, 4(3): 276-286.
- SANTOS-FLORES, C.J.; BETANCOURT-LÓPEZ, C. 1997. Aquatic and water-borne hyphomycetes (*Deuteromycotina*) in streams of Puerto Rico (including records from other Neotropical locations). Mayaguez: Special Publication of Caribbean Journal of Science, 116 p.
- SATI, S.C.; BELWAL, M. 2005. Aquatic hyphomycetes as endophytes of riparian plant roots. Mycologia, 97(1): 45-49.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; MILANEZ, A.I. 1989. Sucessão fúngica de folhas de *Ficus microcarpa* L. F. submerged no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Revista de Microbiologia, 20(1): 95-101.

- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H.; PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A.; MILANEZ, A.I. 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (carvalho) submersas em um lago situado no município de Itapeccerica da Serra, SP. Revista de Microbiologia, 21(1): 61-67.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H.; PIRES-ZOTTARELLI; MILANEZ, A.I. 1992. Aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the atlantic rainforest. Revista de Microbiologia, 23(3): 167-171.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; MILANEZ, A.I. 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, I. H. 2002. Aquatic hyphomycetes from cerrado regions in the state of São Paulo, Brazil. Mycotaxon, 82: 457-462.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; GRANDI, R. A. P. 2003. The Diversity of Aquatic Hyphomycetes in South America. Brazilian Journal of Microbiology, 34: 183-103.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H.; MALOSSO, E. 2007. Diversity of aquatic hyphomycetes in the tropics. In: GANGULI, B.N.; DESMUKH, S.K. (eds.). Fungi: Multifaceted microbes. Nova Delhi: Anamaya Publishers. p.: 61-81.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H.; MOREIRA, C.G.; PIRES-ZOTARELLI, C.L.A. 2007. O papel dos fungos nos ecossistemas aquáticos. Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia, 36: 26-30.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; MOREIRA, C. G.; BICUDO, D.C. 2009. Aquatic Hyphomycetes in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI, São Paulo, Brazil. Revista Brasileira de Botânica, 32(3): 411-426.
- SEENA, S.; PASCOAL, C.; MARVANOVÁ, L.; CÁSSIO, F., 2010. DNA barcoding of fungi: a case study using ITS sequences for identifying aquatic hyphomycete species. Fungal Diversity,. 44: 77-87.
- SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. 2011. The Genera of Hyphomycetes. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 997 p.
- SHEARER, C.A.; ZARE-MARVAN, H. 1988. In vitro hyphal interactions among wood- and leaf-inhabiting ascomycetes and fungi imperfecti from freshwater habits. Mycologia, 80(1): 31-37.
- SHEARER, C.A.; DESCALS, E.; KOHLMAYER, B.; KOHLMAYER, J.; MARVANOVÁ, L.; PADGETT, D.; PORTER, D.; RAJA, H.A.; SCHMIT, J.P.; THORTON, H.A. & VOGLYMAYR, H. 2007. Fungal biodiversity in aquatic habitats. Biodiversity conservation, 16: 49-67.

- SHEARER, C. A.; RAJA, H.A.; MILLER, A.N.; NELSON, P.; TANAKA, K.; HIRAYAMA, K.; MARVANOVÁ, L.; HYDE, K.D.; ZHANG, Y. 2009. The molecular phylogeny of freshwater Dothideomycetes. Studies in Mycology, 64: 145-153.
- SILVA, W. A. G.; LINHARES, K.V.; CAMPOS, A.A. (eds.). 2011. Plano de ação nacional para a conservação do soldadinho-do-araripe *Antilophia bokermanni*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio. p. :72.
- SOBRINHO, J. G. de C.; QUEIROZ, L. P. de. 2005. Composição florística de um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Jibóia, Santa Terezinha, Bahia, Brasil. Sitientibus Série Ciências Biológicas, 5(1): 20-28.
- STROBEL, G.A. 2003. Endophytes as sources of bioactive products. Microbes and Infection, 5:535-544.
- SUBERKROPP, K.; KLUG, M.J. 1976. Fungi and bacteria associated with leaves during processing in a woodland stream. Ecology, 57: 720-727.
- SUBERKROPP, K. 1992. Aquatic hyphomycetes communities. In: CARROL, G. C.; WICKLOW, D.T. (eds.), The fungal community. Its organization and role in the ecosystem. New York: Dekker. p. 729-747.
- SUBERKROPP, K.; GULIS, V.; ROSEMOND, A.D.; BENSTEAD, J.P. 2010. Ecosystem and physiological scales of microbial responses to nutrients in a detritus-based stream: Results of a 5-year continuous enrichment. Limnology and Oceanography, 55(1): 149-160.
- TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. 2003. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE. p. 777-796.
- TABARELLI, M.; SANTOS, A.M.M. 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos Brejos Nordestinos. In: PORTO, K.C.; CABRAL, J.J.P.; TABARELLI, M. (eds.). Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 17-24.
- THAKUR, S. B. 1977. Survival of some aquatic hyphomycetes under dry conditions. Mycologia, 69: 843-845.
- THOMAS, K. 1996. Freshwater fungi. In: Grgurinovic (ed.) Fungi of Australia. Canberra: Australian Biological Resources. p.: 1-37.
- TOMASONI, M.A.; SANTOS, S.D. 2003. Lágrimas da Serra: Os impactos das atividades agropecuárias sobre o geossistema da APA Municipal da Serra da Jibóia, no Município de Elísio Medrado-BA. Rio de Janeiro: X Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, Ed. UFRJ.

TUBAKI, K. 1960. On the Japanese hyphomycetes. Scum & foam group, referring to the preliminary survey of the snow group. Nagaoa, 7: 15-29.

VELLOSO, A.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F.G.C. 2002. Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste, Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil. 76p.

WEBSTER, J.; DAVEY, R.A. 1984. Sigmoid conidial shape in aquatic fungi. Transactions of the British Mycological Society, 83(1): 43-52.

WEBSTER, J. 1992. Anamorph–teleomorph relationships. In: BARLOCHER, F. (ed.). The Ecology of Aquatic Hyphomycetes. New York: Springer-Verlag. p.: 99–117.

WEBSTER, J. 2010. Terence Ingold obituary-World authority on aquatic fungi and inspiring teacher. Reino Unido. Disponível em: <<http://www.guardian.co.uk/science/2010/jun/30/terence-ingold-obituary-mycologist>> Acesso em: 31 mar. 2013.

CAPÍTULO 1

Fungos ingoldianos em algumas áreas do semiárido brasileiro

Artigo a ser submetido à publicação na revista *Acta Botanica Brasilica*

Fungos ingoldianos em algumas áreas do semiárido brasileiro

Patrícia Oliveira Fiuza¹

Luís Fernando Pascholati Gusmão¹

¹Universidade 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: (Fungos ingoldianos em algumas áreas do semiárido brasileiro). Os fungos ingoldianos são hifomicetos aquáticos que apresentam conídios sigmoides ou ramificados e ocorrem em ambientes lóticos e lênticos, sendo encontrados facilmente nas espumas de corpos d'água. O objetivo deste trabalho foi realizar um inventário de fungos ingoldianos na região semiárida. Em uma expedição, amostras de espuma e folhas submersas foram coletadas em corpos d'água de quatro localidades na região semiárida (Brejo Paraibano-PB, Serra da Jibóia-BA, Chapada do Araripe e Serra de Ibiapaba-CE). No laboratório, a espuma foi homogeneizada e 200 µL de cada amostra foram transferidos para 30 lâminas, as quais ficaram expostas à temperatura ambiente para evaporação. Após a evaporação, foi adicionado uma gota de ácido láctico e vedada com esmalte. Amostras de folhas submersas foram submetidas à técnica de lavagem em água corrente e cortadas em pedaços de 1 cm², os quais foram colocados em placas de Petri com água destilada esterilizada para observação dos fungos. Foram encontrados 27 táxons de fungos ingoldianos, destes, 22 representam novos registros: continente americano (3), Neotrópico (1), América do Sul (3), Brasil (5), região semiárida brasileira (7), Ceará (2), Paraíba (1). Descrição, ilustração, distribuição geográfica e comentários são apresentados para todas as espécies encontradas.

Palavras-chave: Biodiversidade, hifomicetos aquáticos, ecossistemas aquáticos, taxonomia, tropical.

ABSTRACT: (Ingoldian fungi in some areas from Brazilian semiarid). Ingoldian fungi are aquatic hyphomycetes that presents conidia sigmoid or branch and occur in lotic and lentic environment, being easily found in foam of water bodies. The goal of this work was to conduct an inventory of Ingoldian fungi in semiarid region. In a single expedition, samples of foam and leaves submerged were collected in water bodies of four localities in semiarid region (Brejo Paraibano-PB, Serra da Jibóia-BA, Chapada do Araripe and Serra de Ibiapaba-CE). In the laboratory, the foam was homogenized and 200 µL of each sample were transferred to 30 slides, which were exposed at room temperature to evaporation. After evaporation, was addition of one drop of lactic acid and sealed with nail polish. Samples of submerged leaves were subjected to the technique of washing in flowing water and cut into pieces of 1 cm², that were placed in petri dishes containing distilled sterile water for observation of fungi. There were found 27 taxa of Ingoldian fungi, of these, 22 are new records: american continent (3), Neotropics (1), South America (3), Brazil (5), Brazilian semiarid region (7), Ceará (2) and Paraíba (1). Description, illustration, geographical distribution and commentary are presented for all species found.

Key words: Aquatic hyphomycetes, aquatic ecosystems, biodiversity, taxonomy, tropical.

Introdução

Os fungos ingoldianos são hifomicetos aquáticos que apresentam conídios com morfologia sigmoide ou ramificada (Marvanová 1997). Estes fungos são totalmente dependentes do ambiente aquático para reprodução, pois só esporulam abaixo d'água. São predominantemente encontrados em ambientes lóticos com águas claras, limpas e aeradas (Ingold 1975), mas também ocorrem em ambientes lênticos e poluídos (Schoenlein-Crusius & Malosso 2007). Atuam na decomposição de substratos submersos, tornando estes substratos mais palatáveis para invertebrados detritívoros (Barlocher 1992).

Atualmente, os fungos ingoldianos são representados por aproximadamente 315 espécies, distribuídas em 81 gêneros. A maioria dos gêneros é representada por poucas espécies e 28 gêneros são monotípicos. *Tricladium* Ingold é o mais diversificado contando com 21 espécies (Campbell *et al.* 2009). No entanto, o número de espécies de fungos ingoldianos pode estar subestimado, considerando três principais fatores: i) áreas ainda não estudadas, principalmente em regiões tropicais; ii) grande número de conídios encontrados em espuma ainda não descritos como novas espécies (necessidade de cultura pura); iii) recursos humanos treinados, ao nível nacional e mundial, na identificação deste grupo de fungos.

Schoenlein-Crusius & Grandi (2003) realizaram um compilação de espécies de hifomicetos aquáticos na América do Sul e indicaram 93 táxons de fungos ingoldianos. Atualmente foram registradas no Brasil 50 táxons de fungos ingoldianos (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003; Schoenlein-Crusius *et al.* 2009; Barbosa & Gusmão 2011; Moreira & Schoenlein-Crusius 2012). A primeira nova espécie proposta no Brasil foi *Pyramidospora robusta* Moreira & Schoenlein-Crusius, em folhas submersas de *Caesalpinia echinata* Lam. e *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (Moreira & Schoenlein-Crusius 2012).

Na região semiárida brasileira foram registradas até o momento cinco espécies de fungos ingoldianos. Cruz *et al.* (2007) registraram *Triscelophorus deficiens* (Matsush.) Matsush., em folhas mortas de mata semidecídua na Bahia. Cavalcanti & Milanez (2007) observaram *Dendrosporium lobatum* Plankidas & Edgerton *ex* J.L. Crane em solo pernambucano. Barbosa & Gusmão (2011), encontraram *Brachiosphaera tropicalis* Nawawi, *Ingoldiella hamata* D. E. Shaw e *Scutisporus brunneus* K. Ando & Tubaki, associados a substratos submersos, em um remanescente de mata atlântica na Bahia. Sendo assim, o estudo com fungos ingoldianos é extremamente escasso na região semiárida.

O presente estudo teve o objetivo de realizar um estudo taxonômico destes fungos através da descrição, comentários e ilustração de todos os fungos encontrados, além da distribuição geográfica destes fungos.

Material e Métodos

Para cada área de estudo foi realizada uma expedição de coleta. As coletas foram realizadas em corpos d'água de quatro áreas do PPBio/Semiárido: Brejo Paraibano-PB, Serra da Jibóia-BA, Chapada do Araripe e Serra de Ibiapaba-CE, onde foram coletadas amostras de espuma e folhas submersas para o inventário dos fungos ingoldianos. A metodologia aplicada foi proposta por Descals (2005). As amostras de espuma foram coletadas e acondicionadas em frascos plásticos de 250 ml acrescentando-se 5 ml de álcool à 70%. As amostras foram preservadas em frascos no refrigerador e estes foram depositados no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). No Laboratório, o material coletado foi homogeneizado, e 6 ml de cada amostra foi transferido para 30 lâminas. Após a transferência da amostra, as lâminas ficaram expostas à temperatura ambiente para completa evaporação da água. Em seguida foi adicionada uma gota de ácido láctico para confecção de lâminas semipermanentes. Os conídios dos fungos ingoldianos presentes em cada lâmina foram contados e identificados sob o microscópio óptico. A identificação foi realizada a partir da observação de caracteres morfológicos dos conídios, e comparação dos mesmos com as informações encontradas em bibliografias específicas (Ingold 1975; Marvanová 1997; Santos-Flores & Betancourt-López 1997). As lâminas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). As ilustrações foram realizadas utilizando câmara-clara acoplada ao microscópio Olympus BX-51. Amostras de folhas submersas foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos e preservadas no refrigerador para o isolamento em cultura dos fungos. No laboratório, as amostras de folhas submersas foram submetidas à técnica de lavagem em água corrente (Castañeda-Ruiz 2005) e cortadas em pedaços de 1 cm², os quais foram colocados em placas de Petri contendo água destilada esterilizada (Ingold 1975). Fragmentos de meio de cultura de extrato de malte a 0,2% foram adicionados a essas placas. Após a observação da colonização dos fragmentos, esses foram transferidos para uma placa de Petri com meio de cultura para purificação. Para a esporulação e posterior identificação dos espécimes isolados em cultura, foi necessário submersão de fragmentos da colônia pura em uma placa de Petri com água destilada

esterilizada. As culturas puras foram incluídas na Coleção de Cultura de Microrganismos da Bahia (CCMB).

Resultados e discussão

No presente estudo foram encontrados 27 táxons de fungos ingoldianos, destes 25 foram observados em espuma (Tabela 1- Anexo) e 2 em folhas submersas. Os novos registros são representados por 22 táxons: continente americano (3), Neotrópico (1), América do Sul (3), Brasil (5), região semiárida brasileira (7), Ceará (2), Paraíba (1).

Taxonomia

Alatospora acuminata Ingold, Trans. Br. mycol. Soc. 25 (4): 384, 1942.

Fig. 1.1

Conídios tetrarradiados, hialinos, composto de um eixo central com duas ramificações; eixo central, 3 – 4 septados, $30 - 45 \times 1,5 - 2,8 \mu\text{m}$; ramificações curvadas ou retas, 2–septadas, $22,5 - 30 \times 2,3 \mu\text{m}$; surgindo após o primeiro ou segundo septo da base do eixo central.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, em espuma, 31/III/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553).

Distribuição geográfica: Cosmopolita.

Alatospora Ingold apresenta cinco espécies *A. acuminata* Ingold, *A. constricta* Dyko, *A. crassipes* Marvanová, *A. flagellata* (J. Gonczol) Marvanová, e *A. pulchella* Marvanová (Marvanová 1980). O gênero se caracteriza por apresentar um eixo com duas ramificações laterais que podem ser curvas ou retas. Ingold (1942) coletou a espécie em folhas submersas e isolou em cultura pura, porém esta não esporulou. No entanto, quando pedaços de meio contendo a cultura pura foram submersos em água, ocorreu a esporulação. Bandoni (1972) isolou a espécie de um substrato terrestre e observou que em cultura pura os conídios não apresentam ramificações. Posteriormente, Gonczol & Révay (2003) coletaram a espécie em folhas submersas dentro de troncos de árvores contendo água da chuva. Os conídios observados por estes autores apresentavam 0-1 ramificações. Segundo Marvanová & Descals (1985) o número de ramificações é consequência das condições de esporulação, como a influência do tipo de meio de cultura (Bandoni 1972), ou água parada. As características do material examinado estão de acordo com a literatura original (Ingold 1942). *Alatospora acuminata* é amplamente distribuída sendo encontrada desde as águas

frias dos Alpes suíços até as águas quentes tropicais. A espécie foi registrada no Brasil, em São Paulo, em folheto misto submerso (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003), sendo um novo registro para a região semiárida brasileira.

Anguillospora longissima (Sacc. & P. Syd.) Ingold, Trans. Br. mycol. Soc. 25(4): 402, 1942. **Fig. 1.2-1.4**

= *Fusarium longissimum* Sacc. & P. Syd., Syll. fung. (Abellini) 14(2): 1128. 1899.

= *Fusarium elongatum* De Wild., Ann. Soc. Belge. Microscop. 18: 153. 1894.

Conídios filiformes, curvados a sigmoides, hialinos, 7 – 14 septados, 105 – 300 × 3,5 – 6 µm, afinando-se nas extremidades, 1,5 – 4 µm de largura.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 02/VIII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Bahia:** Santa Terezinha, Serra da Jibóia, em espuma, 28/II/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141554); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 16/XII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141557); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio das Minas, em espuma, 22/IV/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141559).

Distribuição geográfica: Cosmopolita.

Anguillospora é um dos representantes dos fungos ingoldianos que possui conídios sigmoides. *Anguillospora longissima* é a espécie tipo do gênero, que apresenta 18 espécies (Gonczol & Marvanová 2002). O gênero é caracterizado por apresentar uma célula de separação na qual, no processo de secessão, produz conídios rexolíticos. Os resquícios da célula de separação do conídio liberado se tornam rapidamente invisíveis (Ingold 1942), o que é verificado em alguns estudos nos quais só há ilustração da espécie sem os resquícios da célula de separação. As características do material examinado estão de acordo com a bibliografia original (Ingold 1942). *Anguillospora longissima* foi encontrada por Nemeček (1970) causando a podridão da raiz de morangos. A espécie é comum em águas ricas em matéria orgânica (Nilsson 1964) e já foi encontrada em águas subterrâneas poluídas (Krauss *et al.* 2003). No Brasil foi registradas em folhas submersas de *Ficus microcarpa* L.F., *Quercus robur* L. e folheto misto submerso (Schoenlein-Crusius & Milanez 1989; 1990; Schoenlein-Crusius 2002). Este constitui um novo registro para a região semiárida brasileira.

Anguillospora pseudolongissima Ranzoni, Farlowia 4: 362, 1953.

Fig. 1.5

Conídios filiformes, sigmóides, hialinos, 4 – 6 septados, $52,5 - 90 \times 3 - 5 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 29/VII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 27/I/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141557); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio das Minas, em espuma, 22/V/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141559).

Distribuição geográfica: América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997), América do Norte (Ranzoni 1953), Ásia (Chan *et al.* 2000), Europa (Nilsson 1964).

Anguillospora pseudolongissima se assemelha a *A. longissima* quanto a septação e forma do conídio. *Anguillospora pseudolongissima* é uma das espécies do gênero em que a sucessão rexolítica não é facilmente visualizada. As duas espécies são distintas no comprimento do conídio onde *A. pseudolongissima* geralmente não ultrapassa 100 μm de comprimento, enquanto *A. longissima* apresenta conídios com até 350 μm (Ranzoni 1953; Santos-Flores & Betancourt-López 1997). As características do material analisado estão de acordo com Ranzoni (1953). Este é o primeiro registro da espécie para América do Sul.

Articulospora tetracladia Ingold, Trans. Br. mycol. Soc. 25 (4): 343, 1942. **Fig. 1.6-1.7**
= *Articulospora angulata* Tubaki, Bull. Natn. Sci. Mus. 3: 252. 1957.

Conídios tetrarradiados, hialinos, que consistem em um eixo central com três ramificações; eixo central, 0 – 4 septados, $23 - 37,5 \times 1,5 - 3 \mu\text{m}$; ramificações com extremidades arredondadas divergindo no ápice do eixo central, 0-3 septados, $33 - 90 \times 1,5 - 3 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 07/VII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553).

Distribuição geográfica: Cosmopolita.

Articulospora Ingold apresenta oito espécies, *A. atra* Descals, *A. foliicola* Matsush., *A. grandis* Greath., *A. inflata* Ingold, *A. moniliformis* Ranzoni, *A. ozeensis* Matsush., *A. proliferata* A. Roldán & W.J.J. van der Merwe e *A. tetracladia* Ingold (Jooste *et al.* 1990). *Articulospora tetracladia* possui uma característica peculiar dentre as outras do gênero sendo conhecida por produzir dois tipos de conídios (Ingold 1942). Os tipos são o “angulata” e “tetracladia” (Nilsson 1964). O tipo “angulata” é produzido na interface ar-

água e o tipo “tetracladia” é produzido exclusivamente sob a água (Nilsson 1964). No presente estudo, foram encontrados apenas conídios do tipo “tetracladia”. As características do material estão de acordo com as observadas na literatura (Ingold 1942; Santos-Flores & Betancourt-López 1997). *Articulospora tetracladia* é amplamente distribuída mundialmente ocorrendo em águas de regiões temperadas e tropicais, apresentando maior frequência em ambientes lênticos (Nilsson 1964), porém, no presente estudo foi encontrada em ambiente lótico. *Articulospora tetracladia* foi encontrada no Brasil, em São Paulo (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003) e em Minas Gerais por Rosa et al. (2009). Este constitui um novo registro para a região semiárida brasileira.

Brachiosphaera tropicalis Nawawi, Trans. Br. mycol. Soc. 67(2): 213, 1976. **Fig. 1.8**

Conídios com corpo central globoso, esférico a piramidal, com 4 ramificações, subhialinos; corpo central 50 – 57,5 µm de diâm.; ramificações cilíndricas, 3 – 4 septadas, constrictas na porção basal, arredondadas na porção apical 67,5 – 157,5 × 7,5 – 10 µm, hialinas.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 18/IV/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553).

Distribuição geográfica: África (Goh 1997), América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997), América do Sul (Silva & Briedis 2011), Ásia (Descals *et al.* 1976) e Oceania (Goh 1997).

O gênero é composto por duas espécies, *B. jamaicensis* (Crane & Dumont) Nawawi e *B. tropicalis* Nawawi (Descals *et al.* 1976). *Brachiosphaera tropicalis* se diferencia de *B. jamaicensis* por apresentar ramificações maiores (95-180 µm) e em número de 4-5, enquanto *B. jamaicensis* apresenta ramificações menores (31-40 µm) e em número de 10-13 (Descals *et al.* 1976). *Brachiosphaera tropicalis* apresenta conídios semelhantes a *Actinospora megalospora* Ingold, que se diferencia pela conidiogênese e a forma subglobosa a obpiriforme e ausência de constrictões na base das ramificações do conídio (Descals *et al.* 1976, Marvanová 1997). *Brachiosphaera* possui distribuição principalmente tropical, enquanto *Actinospora* apresenta distribuição temperada. (Descals *et al.* 1976, Marvanová 1997). As características morfológicas e as dimensões do material examinado estão de acordo com Descals *et al.* (1976). Na América do Sul, a espécie já foi registrada no Brasil, estado da Bahia (Barbosa & Gusmão 2011) e Venezuela (Silva & Briedis 2011). Este constitui um novo registro para o Ceará.

Condylospora gigantea Nawawi & Kuthub., Mycotaxon 33: 334, 1988.

Fig. 1.9

Conídios cilíndricos, curvados em forma de L-invertido, hialinos, 20 – 25-septados; compostos por uma região basal mais longa, ereta, $70,5 - 75 \times 2,5 - 3 \mu\text{m}$ e uma região apical mais curta, ligeiramente curva, $55,5 - 62,5 \times 2,5 \mu\text{m}$, afinando em direção as extremidades arredondadas.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 04/VI/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141558).

Distribuição geográfica: África (Chen *et al.* 2000), América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997), Ásia (Nawawi & Kuthubutheen 1988) e Europa (Czeczuga *et al.* 2003).

Condylospora apresenta quatro espécies, *C. flexuosa* Nawawi & Kuthub., *C. gigantea* Nawawi & Kuthub., *C. spumigena* Nawawi e *C. vietnamensis* L.T.H. Yen & K. Ando (Yen *et al.* 2012). *Condylospora gigantea* é similar a *C. spumigena* pela forma do conídio que só apresenta uma curva. A diferença entre estas espécies consiste no comprimento do conídio que é duas vezes maior em *C. gigantea* (Nawawi & Kuthubutheen 1988). O material examinado está de acordo com o observado na literatura original (Nawawi & Kuthubutheen 1988). A distribuição da espécie é principalmente tropical, mas já foi encontrada em regiões temperadas (Czeczuga *et al.* 2003). Este é o primeiro registro da espécie para a América do Sul.

Condylospora sp.

Fig. 1.10

Conídios cilíndricos, curvados quatro vezes, hialinos, 17 – 24-septados; composto por uma região basal reta e ereta, $34,5 - 36 \mu\text{m}$ compr.; região entre a primeira e segunda curva, $15 - 19,5 \times 3 \mu\text{m}$ compr.; região entre a segunda e terceira curva $16,5 - 17,5 \times 3 \mu\text{m}$; região entre a terceira e quarta curva, $7,5 \times 3 \mu\text{m}$; região apical reta, em ângulo reto em relação a região basal, $15 \mu\text{m}$ compr.

Material examinado: **BRASIL. Bahia:** Santa Terezinha, Serra da Jibóia, em espuma, 24/X/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141554).

Distribuição geográfica: América Central (Santos-Flores *et al.* 1996b).

As espécies do gênero são diferenciadas principalmente pela forma e comprimento dos conídios. Os conídios apresentam curvas em forma de cotovelo perto da região mediana (Nawawi & Kuthubutheen 1988). Os espécimes observados se diferenciam de *C.*

gigantea e *C. spumigena* por apresentar uma curva a mais e de *C. vietnamensis* por não apresentar-se na forma de N ou U. Este tipo de conídio foi encontrado anteriormente por Santos-Flores *et al.* (1996b) e Santos-Flores & Betancourt-Lopez (1997) em espuma, água e galhos em decomposição de *Andira inermis* (Wright) DC. No entanto, estes autores mantiveram os materiais estudados ao nível de gênero.

Culicidospora gravida R.H. Petersen, Mycologia 55(1): 24, 1963.

Fig. 1.11

Conídios tetrarradiados, forma de beija-flor, hialinos, consistindo em um eixo central piriforme com 3 – 4 septos, ramificados, $19,5 - 30 \times 6 - 10 \mu\text{m}$. Ramificação apical, $15 - 20 \times 2,3 \mu\text{m}$; duas ramificações subapicais, $15 - 25 \times 2,3 \mu\text{m}$; ramificação basal, $10 - 15 \times 2,3 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 02/VIII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 20/XII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141557).

Distribuição geográfica: América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997); América do Norte (Petersen 1963b); América do Sul (Silva & Briedis 2011); Europa (Marvanová 2001); Oceania (Barlocher *et al.* 2011).

Culicidospora R. H. Petersen possui duas espécies, *C. aquatica* R.H. Petersen e *C. gravida* (Petersen 1963b). O gênero se caracteriza por apresentar um eixo central com uma ramificação apical, duas na célula subapical e um na célula basal. A diferença entre as duas espécies consiste nas dimensões, onde *C. aquatica* apresenta dimensões maiores que *C. gravida* (eixo central com $100 - 200 \mu\text{m}$ e $35 - 50 \mu\text{m}$ de comprimento, respectivamente). As dimensões dos conídios estão menores que a registrada no material original (Petersen 1963b). A espécie já foi registrada na Venezuela (Silva & Briedis 2011). Este é o primeiro registro da espécie para o Brasil.

Dendrosporium lobatum Plakidas & Edgerton ex J.L. Crane, Trans. Br. mycol. Soc. 58: 423, 1972.

Fig. 1.12- 1.13

Colônias castanho-claras. Micélio imerso e superficial. Conidióforos macronematosos, mononematosos, flexuosos, simples ou ramificados, 1 – 2 septados, $7 - 20 \times 2,5 - 3 \mu\text{m}$, lisos, hialinos. Células conidiogênicas holoblásticas, intercalares,

simpodiais, denticuladas, lisas, hialinas. Conídios triangulares, achatados, hialinos, 1-septados, com 2 – 3 lóbulos em cada lado, $10,5 - 15 \times 6,8 - 8,3 \mu\text{m}$; lóbulo basal largo; base com pedicelo.

Material examinado: **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, folha submersa, 20/I/2012, P.O. Fiuza (CCMB 571).

Distribuição geográfica: América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997); América do Norte (Plankidas & Edgerton 1936; Crane 1972); América do Sul (Castañeda-Ruiz *et al.* 2003); Ásia (Matsushima 1980); Europa (Pascoal *et al.* 2005); Oceania (Paulus *et al.* 2006).

Dendrosporium Plakidas & Edgerton ex J.L. Crane é representado por *D. lobatum* (espécie-tipo) e *D. candelabroides* R.F. Castañeda (Castañeda-Ruiz 1986). A espécie é caracterizada pelos conídios com lóbulos e pela forma de árvore de natal. *Dendrosporium lobatum* foi isolado do solo no Brasil por Cavalcanti & Milanez (2007). Matsushima (1993) encontrou a espécie decompondo substratos lignícolas e foliícolas submersos no rio Negro, Tambopata e Madre de Dios, no Peru. Em Porto Rico a espécie ocorreu em folhas submersas, água e espuma (Santos-Flores & Betancourt-López 1997). *Dendrosporium lobatum* foi registrado em folhas submersas na Venezuela por Castañeda-Ruiz *et al.* (2003). No presente estudo, o espécime foi isolado em cultura pura. As características morfológicas e dimensões estão de acordo com as apresentadas por Crane (1972). Este constitui um novo registro para a Paraíba.

Flabellocladia tetracladia (Nawawi) Nawawi, Trans Br. mycol. Soc. 85(1): 175, 1985.

Fig. 2.1

= *Flabellospora tetracladia* Nawawi, Malaysian J. Sci. 2A: 55, 1973.

Conídios tetrarradiados, hialinos, consistindo de um eixo central cilíndrico, 3-septados, de onde se originam três ramificações. Eixo cilíndrico, $30 - 60 \times 3,5 \mu\text{m}$; ramificações 7 – 9 septadas, cilíndricas, levemente constrictas nos septos, $90 - 110 \times 5-7 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio das Minas, em espuma, 16/VII/2012, P.O. Fiuza (HUEFS 141559).

Distribuição geográfica: Ásia (Nawawi 1985); América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997); América do Sul (Silva & Briedis 2011).

Flabellocladia Nawawi é representado por duas espécies *F. gigantea* Nawawi (espécie-tipo) e *F. tetracladia* (Nawawi 1985). *Flabellocladia gigantea* e *F. tetracladia* se diferenciam principalmente na morfologia e dimensões dos conídios; *Flabellocladia gigantea* possui o eixo central e as ramificações mais espessas que *F. tetracladia* (Nawawi 1985). As duas espécies podem apresentar 3 – 5 ramificações (Nawawi 1985; Santos-Flores & Betancourt-López 1997), mas no presente estudo só foram observados conídios com três ramificações. As características morfológicas do material examinado estão de acordo com as literaturas analisadas (Nawawi 1985; Santos-Flores & Betancourt-López 1997), porém o comprimento do eixo central (40 – 60 µm) está menor do que observado em literatura (60 – 85 µm). *Flabellocladia tetracladia* foi registrada na Venezuela, em espuma por Silva & Briedis (2009; 2011). Este é o primeiro registro da espécie para o Brasil.

Flabellospora verticillata Alas., Nova Hedwigia 15: 419, 1968.

Fig. 2.2-2.3

Conídios multirradiados, hialinos, consistindo de um eixo central cilíndrico, 0-septado, inflado no ápice, de onde se originam 4 – 7 ramificações; eixo central, 25 – 25,5 × 1,5 – 2,5 µm; ramificações 55,5 – 75 × 4,5 – 5 µm, constrictas na base, afinando nas extremidades, 2,5 µm, 5 – 8 septos.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 20/VII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 19/I/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141557). **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 05/VI/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141558); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio das Minas, em espuma, 16/VII/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141559).

Distribuição geográfica: África (Alasoadura 1968); América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997); América do Sul (Silva & Briedis 2011); Ásia (Sridhar & Karamchand 2010); Oceania (Aimer & Segedin 1985).

Flabellospora verticillata foi proposta por Alasoadura (1968) sobre folhas submersas de *Phoenix dactylifera* L., na Nigéria. O gênero atualmente consiste de cinco espécies: *F. acuminata* Descals, *F. amphibia* (I. P. Prince & P. H. B. Talbot) Descals, *F. crassa* Alas., *F. multiradiata* Nawawi e *F. verticillata* Alas. (Descals & Webster 1982). *Flabellospora* pode ser confundido com *Isthmotricladia* Matsush., no entanto, não apresenta istmos ligados ao eixo central. Conídios similares a *F. tetracladia* foram

observados por Ingold (1958), a partir de espuma de um riacho na Uganda. Entretanto, não houve proposta de uma nova espécie, pois o material não foi isolado em cultura, não permitindo assim um estudo mais detalhado do desenvolvimento do conídio. As características do material examinado estão de acordo com a literatura original (Alasoadura 1968). *Flabellospora verticillata* já foi registrada na Venezuela (Silva & Briedis 2011). A espécie está sendo registrada pela primeira vez no Brasil.

Flagellospora curvula Ingold, Trans. Br. mycol. Soc. 25: 404, 1942.

Fig. 2.4

Conídios filiformes, sigmóides ou lunados, hialinos, 0-septados, $75 - 100 \times 1,5 - 3 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 02/VIII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Bahia:** Santa Terezinha, Serra da Jibóia, em espuma, 07/VII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141554).

Distribuição geográfica: Cosmopolita.

Flagellospora consiste de sete espécies: *F. curvula* Ingold, *F. fusarioides* S. H. Iqbal, *F. leucorhynchus* Marvanová, *F. minuta* S. H. Iqbal & Bhatti, *F. penicillioides* Ingold, *F. saccata* Marvanová & Barl e *F. stricta* Sv. Nilsson (Marvanová & Barlocher 1989). O gênero foi descrito a partir de *F. curvula*, e caracteriza-se pela presença de conídios com a forma curvada a sigmoide. *Flagellospora curvula* foi descrita sobre folhas submersas de *Alnus glutinosa* Medik e *Salix* sp., em um riacho de Leicestershire, na Inglaterra (Ingold 1942). As medidas do material examinado estão menores que as geralmente encontradas ($100 - 150 \mu\text{m}$) (Ingold 1942; Petersen 1963a). *Flagellospora curvula* diferencia-se de *F. penicillioides* Ingold, por apresentar conídios 0-septados (Ingold 1944). A espécie foi encontrada por Webster (1977) em serrapilheira no rio Teign, Inglaterra. Na América do Sul, *F. curvula* foi registrada na Venezuela, em espuma por Silva & Briedis (2009), e no Brasil, em São Paulo, em folhas submersas mistas (Schoenlein-Crusius *et al.* 2009) e em Minas Gerais, colonizando folhas submersas de *Protium heptaphyllum* Harv. e *Lafoensia pacari* A.St.-Hil (Rosa *et al.* 2009). Este constitui um novo registro para a região semiárida brasileira.

Jaculispora submersa H.J. Huds. & Ingold, Trans. Br. mycol. Soc. 43(3): 475, 1960.

Fig. 2.5-2.6

Conídios com eixo central, subulado a navicular, hialinos, 0-septado, com 2 – 3 ramificações filiformes, com uma projeção apical, 35 – 38 × 6 µm; ramificações inseridas na porção mediana do eixo central, 12, 5 – 15 × 1,5 µm; projeção apical até 10 µm.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 05/IX/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553).

Distribuição geográfica: América Central (Hudson & Ingold 1960); América do Norte (Barlocher 1987); Ásia (Matsushima 1987); América do Sul (Silva & Briedis 2009); Europa (Nilsson 1964).

Jaculispora H. J. Hudson & Ingold é um gênero monotípico proposto a partir de *J. submersa*, coletada sobre folhas submersas em um rio na Jamaica (Hudson & Ingold 1960). Esta foi uma das primeiras espécies descritas em águas tropicais (Marvanová 1997). *Jaculispora submersa* é anamorfo de um basidiomiceto, assim como *Naiadella fluitans* Marvanová & Bandoni, que apresenta morfologia similar. *Jaculispora submersa* e *N. fluitans* são próximas quanto a morfologia do conídio, por apresentarem um eixo navicular asseptado com 2 – 3 ramificações. *Naiadella fluitans* possui secessão rexolítica, ramificações septadas e não apresenta a projeção apical que é evidente em *J. submersa*, a qual por outro lado, tem secessão esquizolítica e ramificações 0-septadas. As características do material examinado estão de acordo com o encontrado em literatura (Hudson & Ingold 1960). *Jaculispora submersa* já foi encontrada na Venezuela (Silva & Briedis 2009) e é um novo registro para o Brasil.

Lemonniera alabamensis R.C. Sinclair & Morgan-Jones, Mycotaxon 9 (2): 469, 1979.

Fig. 2.7

Conídios tetrarradiados, hialinos, apresentando célula central globosa, 5 – 6,25 µm diam., com 4 ramificações. Ramificações 2-septadas, divergentes, sem istmo na célula basal, 30 – 40 × 2,5 – 4,5 µm.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 23/V/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141558).

Distribuição geográfica: América do Norte (Sinclair & Morgan-Jones 1979); Ásia (Belwal *et al.* 2006); Europa (Menéndez *et al.* 2012).

Lemonniera De Wild. foi proposto por em honra a Lemonnier, professor de Botânica de Nancy (França), com a espécie-tipo *Lemonniera aquatica* De Wild. O gênero teve a primeira revisão realizada por Descals *et al.* (1977) que consideraram seis espécies. Posteriormente, Sinclair & Morgan-Jones (1979) descreveram *L. alabamensis* que apresenta uma célula central globosa, característica similar a *L. centrosphaera* e *L. pseudofloscula*. *Lemonniera alabamensis* se diferencia de *L. centrosphaera* por apresentar conídios menores com ramificações 30 – 35 μm de comprimento e célula central com 5 μm diam., enquanto *L. centrosphaera* possui ramificações 70 – 102 μm de comprimento e célula central com 6 – 9 μm diam. (Sinclair & Morgan-Jones 1979). A espécie também é próxima de *L. pseudofloscula*, no entanto, não possui um istmo na célula basal das ramificações. As características do material examinado estão de acordo com a literatura original (Sinclair & Morgan-Jones 1979). Este é o primeiro registro de *L. alabamensis* para o Neotrópico.

Lemonniera pseudofloscula Dyko, Trans. Br. mycol. Soc. 69(1): 106, 1977. **Fig. 2.8**

Conídios tetrarradiados, hialinos, apresentando célula central globosa, 4 – 5 μm diam., com 4 ramificações. Ramificações 3 – 5-septadas, com istmo da célula basal, divergentes, 31 – 47 \times 2,5 – 4,5 μm .

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 19/VIII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 20/XII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141557).

Distribuição geográfica: América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997); América do Norte (Descals *et al.* 1977); Ásia (Sati *et al.* 2002); Europa (Fabre 1998).

Lemonniera pseudofloscula foi proposta na primeira revisão do gênero realizada por Descals *et al.* (1977). A espécie é facilmente diferenciada de *L. alabamensis* e *L. centrosphaera* devido a presença de um istmo na célula basal nas ramificações dos conídios; possui ainda, conídios com ramificações de até 70 μm , enquanto *L. centrosphaera* são de 66 – 142 μm . Os conídios de *L. pseudofloscula* são inicialmente esféricos a ovais, e com o desenvolvimento das ramificações tornam-se tetrarradiados (Descals *et al.* 1977). As características do material examinado estão de acordo com a

literatura original (Descals *et al.* 1977). A distribuição da espécie é predominantemente tropical e este é o primeiro registro para a América do Sul.

Lunulospora curvula Ingold, Trans. Br. mycol. Soc. 25 (4): 409, 1942.

Fig. 2.9

Conídios sigmoides, lunados, hialinos, afinando nas extremidades, presença de cicatriz submediana, $100 - 130 \times 2,5 - 5 \mu\text{m}$; ápice das extremidades com $1,5 \mu\text{m}$ de larg.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 07/VII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553).

Distribuição geográfica: Cosmopolita.

O gênero apresenta apenas duas espécies *L. curvula* e *L. cymbiformis* K. Miura (Ingold 1975). *Lunulospora curvula*, foi observada sobre folhas submersas em um riacho na Inglaterra, sendo a espécie mais abundante durante o verão e outono (Ingold 1942). A espécie apresenta um conídio característico que tem a forma de lua crescente ou algumas vezes sigmoide, e a presença marcante de uma cicatriz na região submediana, resultado da separação entre conídio e a célula conidiogênica (Ingold 1942). *Lunulospora cymbiformis* se diferencia de *L. curvula* pela região mediana inflada do conídio. Singh & Musa (1977) submeteram *L. curvula* a condições terrestres e avaliaram os efeitos no crescimento e esporulação. Neste trabalho foi observado que *L. curvula* não se desenvolveu em folha de folhas secas, somente em folhas submersas, sugerindo que a espécie não está adaptada a ambientes secos. Em folhas submersas e cultura pura, a germinação, crescimento e esporulação apresentaram valores ótimos aproximadamente 25°C . Sugerindo que a espécie teria distribuição tropical. As características do material examinado estão de acordo com as literaturas consultadas (Ingold 1942; Santos-Flores & Betancourt-López 1997). *Lunulospora curvula* foi encontrada em São Paulo (Schoenlein-Crusius & Milanez 1990; Schoenlein-Crusius *et al.* 2009) e em Minas Gerais por Rosa *et al.* (2009), sendo este primeiro registro para a região semiárida brasileira.

Scutisporus brunneus K. Ando & Tubaki, Trans. Mycol. Soc. Japan 26(2): 153, 1985.

Fig. 2.10

Conídios com quatro células, septos em forma de cruz, hialinos a subhialinos, $7,5 - 15 \times 6 - 10,5 \mu\text{m}$; célula basal cuneiforme, $2 - 7,5 \times 2,3 - 4,5 \mu\text{m}$, base $1,5 - 3 \mu\text{m}$;

ramificações projetadas a partir de cada célula do corpo, 0-septadas, filiformes, hialinas, 12 – 18 µm de compr. Septos em forma de cruz, 3,6 – 7,5 x 4,5 – 6 µm.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 20/VII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 20/XII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141557); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio das Minas, em espuma, 17/VI/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141559).

Distribuição geográfica: África (Chen *et al.* 2000); América Central (Santos-Flores *et al.* 1996a); América do Sul (Barbosa & Gusmão 2011); Oceania (Matsushima 1989), Ásia (Ando & Tubaki 1985).

Scutisporus K. Ando & Tubaki é um gênero monotípico proposto por Ando & Tubaki (1985). A espécie apresenta como característica relevante a morfologia dos conídios, sendo estes formados por quatro células ramificadas e uma célula basal cuneiforme, que se assemelham a uma borboleta (Ando & Tubaki 1985). As características do material estudado estão de acordo com o referido no material original, porém as dimensões da célula basal encontram-se maiores. Tubaki (1965) e Matsushima (1975) observaram conídios similares a *Scutisporus*, mas não houve isolamento em cultura pura. No entanto, apenas Ando & Tubaki (1985) conseguiram o isolamento do fungo em cultura pura, propondo desta forma o novo gênero. *Scutisporus brunneus* já foi registrado para ambiente terrestre (Ando & Tubaki 1985), mas é frequente a sua presença em ambiente aquático, seja em substrato submerso ou em espumas (Tubaki 1965; Silva & Briedis 2009). No Peru *S. brunneus* foi registrada em substratos lignícolas por Matsushima (1987), na Venezuela foi registrada em espuma por Smits *et al.* (2007) e Silva & Briedis (2009). No Brasil, a espécie foi encontrada na Bahia sobre folhas submersas (Barbosa & Gusmão 2011). *Scutisporus brunneus* constitui um novo registro para o Ceará.

Tetracladium breve A. Roldán, Mycol. Res. 93(4): 455, 1989.

Fig. 2.11-2.13

Colônias amareladas a castanho-claras. Micélio imerso e superficial. Conidióforos macronematosos, mononematosos, retos a flexuosos, simples ou ramificados, 0 – 1-septados, 20 – 35 × 1,5 – 2,5 µm, lisos, hialinos. Células conidiogênicas holoblásticas, terminais, simpodiais, denticuladas, lisas, hialinas. Conídios tetrarradiados, hialinos, consistindo de eixo central com três ramificações paralelas digitiformes e três ramificações aciculares; eixo central 16 – 20 × 2 – 3 µm, 1-septado; ramificações digitiformes 10 – 13,5

× 3,5 µm, 1-septados; ramificações aciculares, duas surgindo diretamente do eixo central, 20 – 35 × 2 – 3,5 µm, 1-septadas e uma surgindo a partir de uma ramificação digitiforme, 12 – 16 × 2 µm.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, folha submersa, 17/VIII/2012, P. O. Fiuza (CCMB 570).

Distribuição geográfica: Europa (Roldán *et al.* 1989), Ásia (Arya & Sati 2011).

Tetracladium Wild. foi descrito a partir da espécie-tipo *T. marchalianum* Wild.. Atualmente oito espécies compõe o gênero: *T. apiense* R. C. Sinclair & Eicker, *T. breve*, *T. furcatum* Descals, *T. marchalianum*, *T. maxilliforme* (Rostr.) Ingold, *T. nainitalense* Sati & P. Arya, *T. palmatum* A. Roldán e *T. setigerum* (Grove) Ingold (Sati *et al.* 2009). O gênero se caracteriza por apresentar conídios tetrarradiados, lateralmente achatados, e em muitas espécies, multisseptados, com ramificações aciculares e sequenciais, globosas a filiformes (Roldán *et al.* 1989). As características morfológicas e as medidas estão de acordo com a literatura original com exceção do comprimento das ramificações aciculares que no presente estudo estão maiores que o material-tipo (15 – 25 µm de comprimento). Roldán *et al.* (1989) registrou que a maioria dos conídios apresentava a base afilada, o que não foi observado na maioria dos conídios do material examinado. *Tetracladium breve* foi isolada em cultura e somente esporulou quando o substrato ficou submerso em água destilada. A espécie é um novo registro para o continente americano.

Tetracladium nainitalense Sati & P. Arya, Mycologia 101(5): 692, 2009. **Fig. 2.14-2.15**

Conídios tetrarradiados, hialinos, consistindo de um eixo central com duas ramificações digitiformes e uma elipsóide; eixo central obcônico 3-septados, 24 – 28 × 3 – 4,5 µm; ramificações digitiformes opostas, 0–1-septadas, surgindo entre o primeiro e segundo septo, 7,5 – 15 × 3 – 4,5 µm; ramificação elipsóide 0-septadas, surgindo entre o segundo e terceiro septo do eixo central, 4,5 – 6 × 3 – 4,5 µm,.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 27/VI/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141558).

Distribuição geográfica: Ásia (Sati *et al.* 2009).

Tetracladium nainitalense foi isolado por Sati & P. Arya de raízes ripárias de *Eupatorium adenophorum* Spreng. e *Colocasia* sp., em um riacho no Himalaya, Índia. Os conídios da espécie são muito similares aos encontrados por Aimer & Segedin (1985) em espuma, sendo identificado como *Tetracladium* sp.. Os conídios de *T. nainitalense* são

distintos por não apresentarem ramificações aciculares (Sati *et al.* 2009). O material observado está de acordo com a literatura original (Sati *et al.* 2009). Este é o segundo registro da espécie para o mundo e um novo registro para o continente americano.

Tricladium fallax Marvanová, Mycotaxon 19: 95, 1984.

Fig. 2.16

Conídios tetrarradiados, hialinos, formados por um eixo central curvo a sigmoide, cilíndrico, $46, 5 - 69 \times 2,3 \mu\text{m}$, 7 – 8 septados, ápice acicular e base truncada, duas ramificações laterais no mesmo plano; ramificações constrictas na inserção com o eixo central; a primeira, 5-septada, é inserida após o terceiro septo a partir da base, $30 - 45 \times 2,3 \mu\text{m}$; a segunda, 3 – 4 septadas, inserida após o quarto septo, $22,5 - 34,5 \times 2,3 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio das Minas, em espuma, 18/VI/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141559).

Distribuição geográfica: Europa (Marvanová 1984).

Tricladium foi proposto Ingold (1942) com *T. splendens* Ingold (espécie-tipo) e *T. angulatum* Ingold. Atualmente o gênero é constituído por 21 espécies (Campbell *et al.* 2009), sendo um dos maiores entre os fungos ingoldianos. *Tricladium fallax* é distinto das demais espécies por apresentar conídios curvos a sigmoides, com ramificações marcadamente constrictas na base e extremidades aciculares (Marvanová 1984). A espécie foi observada em espuma por Marvanová (1984, 2001) e Descals *et al.* (1995) em riachos da Eslováquia, República Tcheca e Espanha, respectivamente. As características morfológicas e dimensões dos conídios estão de acordo com a literatura original (Marvanová 1984). *Tricladium fallax* é um novo registro para o continente americano.

Trinacrium incurvum Matsush., Matsush. Mycol. Mem. 7: 70, 1993.

Fig. 2.17

Conídios em forma de T, hialinos, eixo central e duas ramificações apicais que se curvam em direção ao eixo; eixo central, levemente claviforme, 3 – 4 septados, $32 - 36 \times 4,5 - 6 \mu\text{m}$; ramificações curvas, 3 – 4 septadas, $18,5 - 20 \times 4,5 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 31/III/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553).

Distribuição geográfica: América Central (Santos-Flores & Betancourt-López 1997); América do Sul (Matsushima 1993), Ásia (Sati *et al.* 2002); Europa (Magyar 2006).

Trinacrium incurvum foi descrito com base em material coletado decompondo galhos submersos do rio Monanti, Peru (Matsushima, 1993). Posteriormente, em Porto Rico foi isolado de folhas submersas (Santos-Flores & Betancourt-López 1997). No ambiente terrestre foi registrado por Magyar (2006) sobre grãos de pólen. O espécime encontrado no presente estudo difere da descrição original por apresentar conídios maiores. No entanto, concorda com as dimensões encontradas por Sati *et al.* (2002), em material coletado na Ásia. A distribuição de *T. incurvum* é principalmente tropical. Este é um novo registro para o Brasil.

Triscelophorus acuminatus Nawawi, Trans. Br. mycol. Soc. 64(2): 346, 1975. **Fig. 2.18**

Conídios tetrarradiados, hialinos, eixo central com três ramificações ligadas a célula basal; eixo central, cilíndrico, 3 – 8 septados, afinando no ápice, sem constrição nos septos, $24 - 85 \times 2 - 3 \mu\text{m}$; ramificações cilíndricas, 3 – 4 septados, $37,5 - 75 \times 2 - 3 \mu\text{m}$. A célula basal do eixo apresenta base truncada e não tem mudança abrupta na largura da célula basal do eixo médio em direção ao ápice, $4,5 - 6 \times 7,5 - 9 \mu\text{m}$.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 11/VII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Bahia:** Santa Terezinha, Serra da Jibóia, em espuma, 07/VII/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141554); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 09/XII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141557); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 27/VII/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141558); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio das Minas, em espuma, 13/VII/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141559).

Distribuição geográfica: Cosmopolita.

O gênero consiste em oito espécies: *T. acuminatus*, *T. curviramifer* Matsush., *T. deficiens* (Matsush.) Matsush., *T. konajensis* K. R. Sridhar & Kaver., *T. magnificus* R. H. Petersen, *T. monosporus* Ingold, *T. ponapensis* Matsush. e *T. septatus* Wolfe (Matsushima 1993; Marvanová 1997; Santos-Flores & Betancourt-López 1997). As medidas do material examinado estão de acordo com a literatura original (Nawawi 1975), com exceção da menor largura do eixo central e das ramificações. *Triscelophorus acuminatus* apresenta morfologia similar a *T. monosporus* e *T. magnificus*. *Triscelophorus monosporus* se diferencia por não apresentar septos e *T. magnificus* é distinto devido ao comprimento das ramificações (até 200 μm) e a presença de constrição em todos os septos. No Brasil já

foram encontradas três espécies, *T. monosporus* sobre folhas submersas de *Quercus robur* L. (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990) e *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Mull. Arg. (Schoenlein-Crusius & Milanez 1998), em São Paulo; *T. magnificus* sobre folhas submersas de *Quercus robur* L. (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990) em São Paulo e *T. deficiens* (Matsush.) Matsush. em folhas mortas de mata semidecídua na Bahia (Cruz *et al.* 2007). *Triscelophorus acuminatus* foi registrado na Venezuela, em espuma (Silva & Briedis 2009; 2011) e no Brasil, estado de São Paulo, em folhas submersas (Moreira & Schoenlein-Crusius 2012). A espécie é um novo registro para a região semiárida brasileira.

Trisulcosporium acerinum H.J. Huds. & B. Sutton, Trans. Br. mycol. Soc. 47(2): 200, 1964. **Fig. 2.19**

Conídios trirradiados, hialinos, compostos por um eixo central e duas ramificações ligadas a célula basal; eixo central cilíndrico, constrito nos septos, 5 – 6 septados, 37,5 – 55 × 3 – 4,5 µm; ramificações laterais cilíndricas, constrictas nos septos, 1–2 septados, 18 – 22,5 x 3 µm.

Material examinado: **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 16/XII/2011, P. O. Fiuza (HUEFS 141557); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 15/VII/2012, P. O. Fiuza (HUEFS 141558).

Distribuição geográfica: Cosmopolita.

Trisulcosporium H.J. Huds. & B. Sutton é um gênero monotípico representado por *T. acerinum* (Hudson & Sutton 1964). Na descrição original o material apresenta 2 – 3 ramificações; no presente estudo os conídios encontrados apresentavam apenas duas ramificações. Anteriormente a sua descrição, conídios similares a *T. acerinum* foram coletados em espuma e ilustrados por Ingold (1958). Em Porto Rico, *T. acerinum* foi observado em espuma, folhas submersas e água (Santos-Flores & Betancourt-López 1994; 1997). A espécie foi registrada no Brasil, em São Paulo, sobre folhas submersas de *Alchornea triplinervia* (Spreng.). M. Arg. e *Ficus microcarpa* L.F. (Schoenlein-Crusius *et al.* 1992), sendo este um novo registro para região semiárida brasileira.

Lista com os demais táxons encontrados

Campylospora chaetocladia Ranzoni, Farlowia 4: 373, 1953.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Missão Velha, Chapada do Araripe, Rio Missão Velha, em espuma, 2/VIII/2011, P.O. Fiuza (HUEFS 141553); **BRASIL. Paraíba:** Alagoa Grande, Brejo Paraibano, Rio Pitombeira, em espuma, 16/XII/2011, P.O. Fiuza (HUEFS 141557); **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 15/VI/2012, P.O. Fiuza (HUEFS 141558).

Campylospora filicladia Nawawi, Trans. Br. mycol. Soc. 63(3): 604, 1974.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio Minas, em espuma, 18/VII/2012, P.O. Fiuza (HUEFS 141559).

Campylospora parvula Kuzuha, J. Jap. Bot. 48 (7): 220, 1973.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Riacho Gameleira, em espuma, 27/VII/2012, P.O. Fiuza (HUEFS 141558).

Campylospora sp.

Material examinado: **BRASIL. Ceará:** Ubajara, Serra de Ibiapaba, Rio Minas, em espuma, 28/V/2012, P.O. Fiuza (HUEFS 141559).

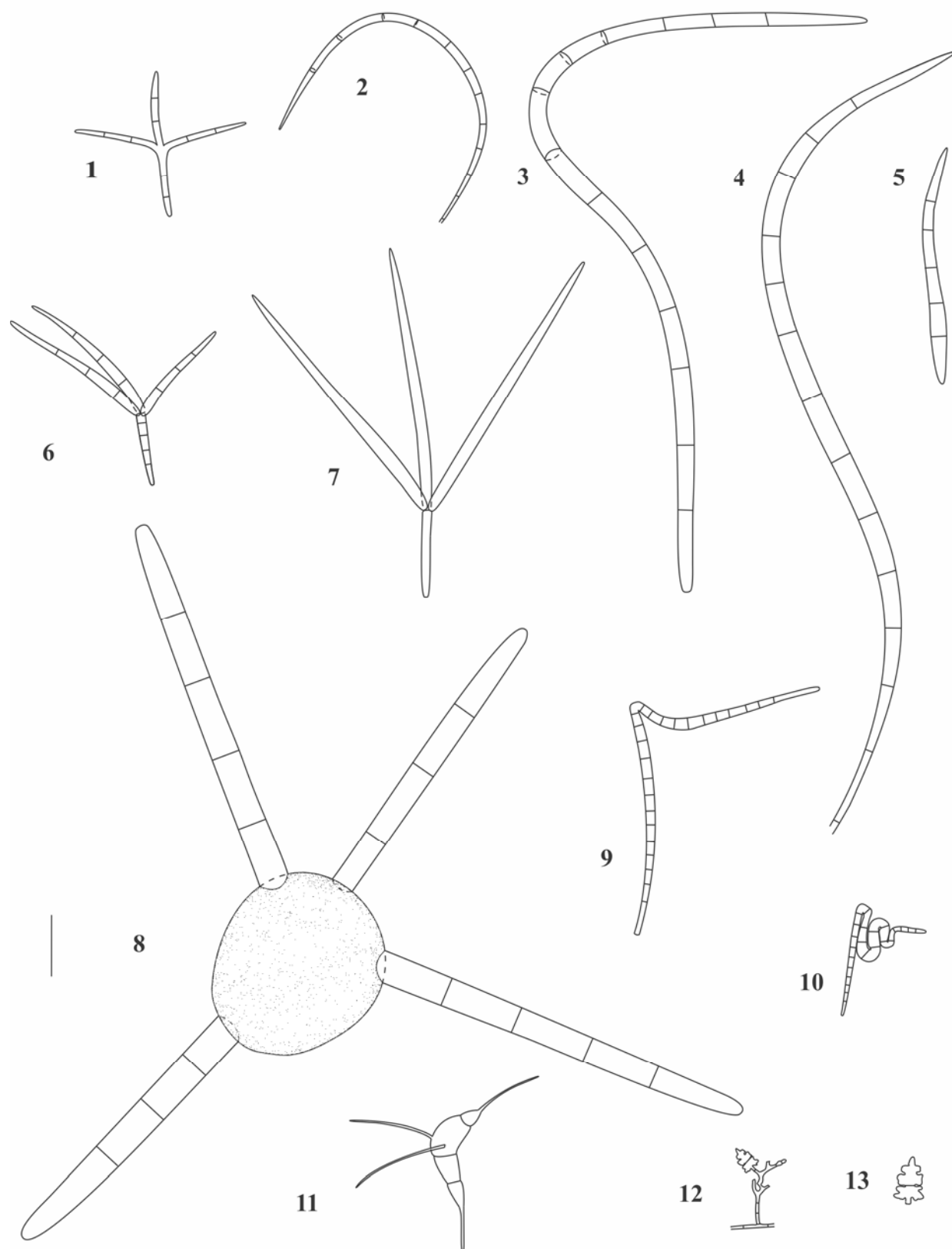


Fig. 1-1. *Alatospora acuminata*; 2-4. *Anguillospora longissima*; 5. *A. pseudolongissima*; 6.-7. *Articulospora tetracladia*; 8. *Brachiosphaera tropicalis*; 9. *Condylospora gigantea*; 10. *Condylospora* sp.; 11. *Culicidospora gravida*; 12-13. *Dendrosporium lobatum*. (Escala: 20 μ m)

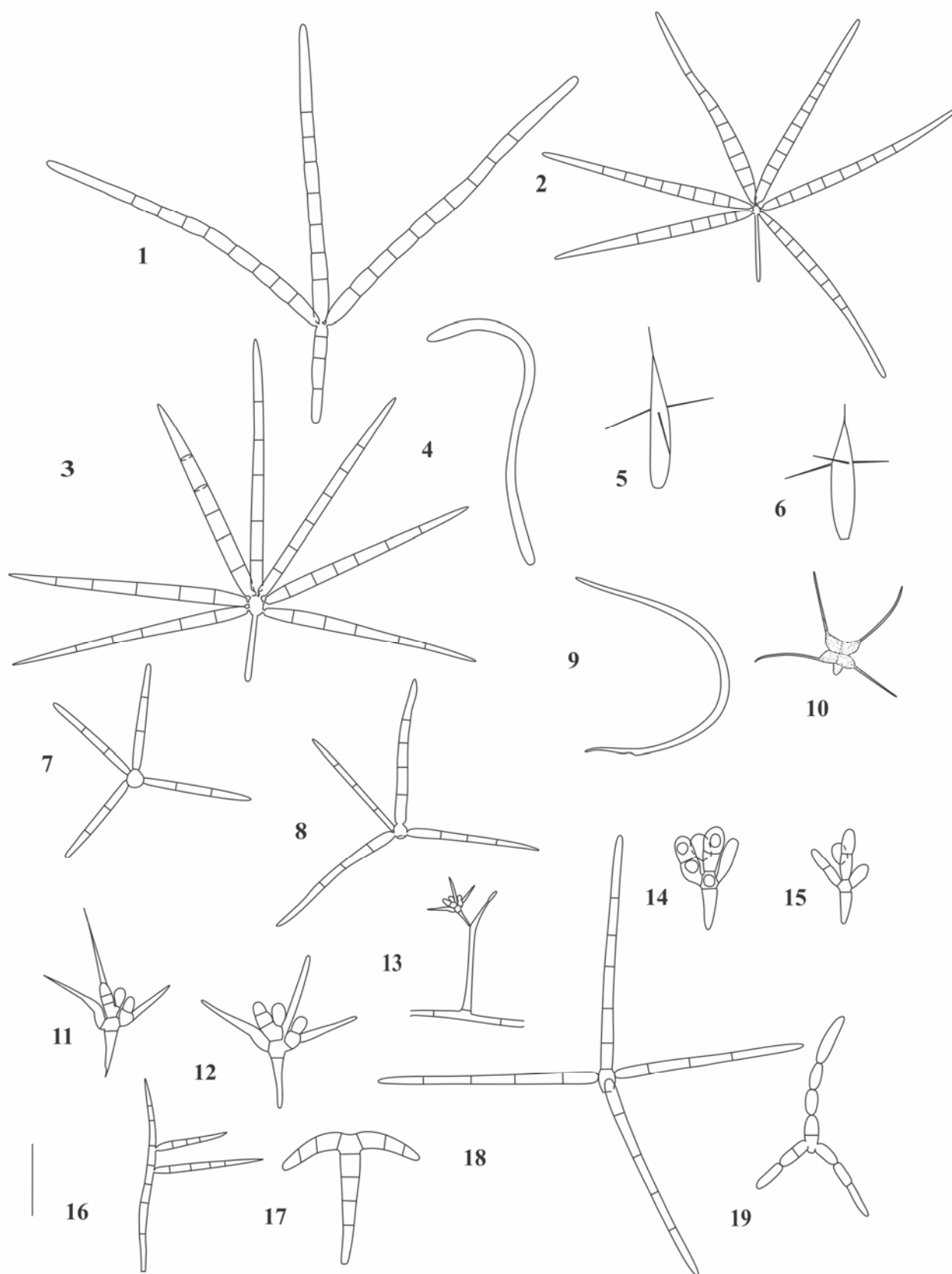


Fig. 2.-1. *Flabellocladia tetracladia*; 2-3. *Flabellospora verticillata*; 4. *Flagellospora curvula*; 5-6. *Jaculispora submersa*; 7. *Lemonniera alabamensis*; 8. *L. pseudofloscula*; 9. *Lunulospora curvula*; 10. *Scutisporus brunneus*; 11-13. *Tetracladium breve*; 14-15. *T. nainitalense*; 16. *Tricladium fallax*; 17. *Trinacrium incurvum*; 18. *Triscelophorus acuminatus*; 19. *Trisulcosporium acerinum*. (Escala: 20 μ m)

Agradecimentos

Os autores agradecem a Ludmila Marvanová, Iracema Schoenlein-Crusius e Flavia Barbosa pelo envio de literatura; ao Programa de Pesquisa de Biodiversidade do Semiárido pelo financiamento das coletas. P.O. Fiuza agradece ao Programa de Pós-Graduação em Botânica e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida. L. F. P. Gusmão agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências

- Aimer, R. D. & Segedin, B. P. 1985. Some Aquatic hyphomycetes from New Zealand streams. **New Zealand Journal of Botany** **23**: 273-299.
- Alasoadura, S.O. 1968. *Flabellospora verticillata*, a new species of aquatic hyphomycete from Nigeria. **Nova Hedwigia** **15**: 419-421.
- Ando, K. & Tubaki, K. 1985. Three New Hyphomycetes from Japan: *Anthopsis microspora*, *Scutisporus brunneus* and *Titaella capnophila*. **Transactions of the Mycological Society of Japan** **26**: 151-160.
- Arya, P. & Sati, S. C. 2011. Evaluation of endophytic aquatic hyphomycetes for their antagonistic activity against pathogenic bacteria. **International Research Journal of Microbiology** **2**(9): 343-347.
- Bandoni, R.J. 1972. Terrestrial occurrence of some aquatic hyphomycetes. **Canadian Journal of Botany** **50**: 2283-2288.
- Barbosa, F.R. & Gusmão, L.F.P. 2011. Conidial fungi from semi-arid Caatinga Biome of Brazil. Rare freshwater hyphomycetes and other new records. **Mycosphere** **2**(4): 475-485.
- Barlocher, F. 1987. Aquatic hyphomycetes spora in 10 streams of New Brunswick and Nova Scotia. **Canadian Journal of Botany** **65**:76-79.
- Barlocher, F. 1992. Research on aquatic hyphomycetes: historical background and overview. Pp. 1-15. In: F. Barlocher (ed.) **Ecology of aquatic hyphomycetes. Ecological Studies**. Berlin, Springer-Verlag.
- Barlocher, F.; Stewart, M. & Ryder, D. S. 2011. Analyzing aquatic fungal communities in Australia: impactsof sample incubation and geographic distance of streams. **Czech Scientific Society for Mycology** **63**(2): 113-132.

- Belwal, M.; Pargaien, N. & Bisht, S. 2006. Species composition of waterborne conidial fungi in two altitudinally different streams of Kumaun Himalaya. Pp. 194-202. In: S.C. SATI (ed.). **Recent Mycological Researches**. New Delhi, I. K. International Publishing House.
- Campbell, J.; Marvanová, L. & Gulis, V. 2009. Evolutionary relationships between aquatic anamorphs and teleomorphs: *Tricladium* and *Varicosporium*. **Mycological Research** **113**: 1322-1334.
- Cavalcanti, M. S. & Milanez, A. I. 2007. Hyphomycetes isolados da água e do solo da Reserva Florestal de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **21**(4):857-862.
- Castañeda-Ruiz, R.F. 1986. **Fungi cubenses**. Havana, Revista Del Jardín Botánico Nacional Universidad de La Habana.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Iturriaga, T.; Minter, D.W.; Saikawa, M.; Vidal, G. & Velazquez-Noa, S. 2003. Microfungi from Venezuela, A new species of *Brachydesmiella*, a new combination, and new records. **Mycotaxon** **85**: 211-229.
- Castañeda-Ruiz, R.F. 2005. Metodologia en el estudio de los hongos anamorfos. Pp. 182-183. In: **Anais do V Congresso Latino Americano de Micologia**. Brasilia.
- Chan, S.Y.; Goh, T.K. & Hyde, K.D. 2000. Ingoldian fungi in Hong Kong. Pp 89-107 In: K.D. Hyde; W.H. Ho & Pointing, S.B. (eds.). **Aquatic Mycology across the Millennium**. Hong Kong, Fungal Diversity.
- Chen, J. S.; Feng, M.G. & Fomelack, T.S. 2000. Aquatic and aero-aquatic hyphomycetes occurred in central Cameroon, Western Africa. **Pakistan Journal of Biological Sciences** **3**(11): 1847-1848.
- Crane, J.L. 1972. Illinois Fungi. III. *Dendrosporium lobatum* and *Sporidesmium taxodii* sp. Nov. **Transactions of the British Mycological Society** **58**(3): 423-426.
- Cruz, A.C.R.; Marques, M.F.O. & Gusmão, L.F.P. 2007. Fungos anamórficos (Hyphomycetes) da Chapada Diamantina: novos registros para o Estado da Bahia e Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **21**(4):847-855.
- Czeczuga, B.; Kiziewicz, B. & Mazalska, B. 2003. Further Studies on Aquatic Fungi in the River Biebrza within Biebrza National Park. **Polish Journal of Environmental Studies** **12**(5):531-543.
- Descals, E.; Nawawi, A. & Webster, J. 1976. Developmental studies in *Actinospora* and similar aquatic hyphomycetes. **Transactions of the British Mycological Society** **67**(2):207-222.

- Descals, E.; Webster, J. & Dyko, B.S. 1977. Taxonomic studies on aquatic aquatic hyphomycetes. I *Lemonniera* De Wildeman. **Transactions of the British Mycological Society** **69**(1): 89-109.
- Descals, E. & Webster, J. 1982. Taxonomic studies on aquatic hyphomycetes III. Some new species and a new combination. **Transactions of the British Mycological Society** **78**(3): 405-437.
- Descals, E.; Peláez, F. & López Llorca, L.V. 1995. Fungal spora of stream foam from central Spain I. Conidia identifiable to species. **Nova Hedwigia** **60** (3-4): 533-550.
- Descals, E. 2005. Techniques for Handling Ingoldian Fungi. Pp. 129-141. In: M.A.S. Graça; F. Bärlocher & M. O. Gessner (eds.). **Methods to Study Litter Decomposition**. Dordrecht, Springer.
- Fabre, E. 1998. Aquatic hyphomycetes in three rivers of southwestern France. II. Spatial and temporal differences between species. **Canadian Journal of Botany** **76**: 107-114.
- Goh, T.K. 1997. Tropical freshwater hyphomycetes. Pp. 189-227. In: K. D. HYDE (ed.), **Biodiversity of Tropical Microfungi**. Hong Kong, Hong Kong University Press.
- Gonczol J., Marvanová L. 2002. *Anguillospora mediocris* sp. nov. from streams in Hungary. **Czech Scientific Society for Mycology** **53**: 309–317.
- Gonczol, J. & Révay. Á. 2003. Treehole fungal communities: aquatic, aero-aquatic and dematiaceous hyphomycetes. **Fungal Diversity** **12**: 19-34.
- Hudson, H.J. & Ingold, C.T. 1960. Aquatic hyphomycetes from Jamaica. **Transactions of the British Mycological Society** **43**(3): 469- 478.
- Hudson, H. J. & Sutton, B.C. 1964. *Trisulcosporium* and *Tetranacrium*, two new genera of fungi imperfecti. **Transactions of the British Mycological Society** **47**(2): 197-203.
- Ingold, C. T. 1942. Aquatic Hyphomycetes of Decaying Alder Leaves. **Transactions of the British Mycological Society** **25**: 339-417.
- Ingold, C.T. 1944. Some new aquatic hyphomycetes. **Transactions of the British Mycological Society** **25**: 339-417.
- Ingold, C. T. 1958. Aquatic hyphomycetes from Uganda and Rhodesia. **Transactions of the British Mycological Society** **41**: 109-114.
- Ingold, C.T. 1975. Conidia in the foam of two English streams. **Transactions of the British Mycological Society** **65**(3):522-527.

- Jooste, W.J.; Roldan, A.; Van Der Merwe, W.J.J. & Honrubia, M. 1990. *Articulospora proliferata* sp. nov., an aquatic hyphomycete from South Africa and Spain. **Mycological Research** **94** (7): 947-951.
- Krauss, G.; Sridhar, K.R.; Jung, K.; Wennrich, J.; Ehrman, J. & Barlocher, F. 2003. Aquatic Hyphomycetes in Polluted Groundwater Habitats of Central Germany. **Microbial Ecology** **45**: 329-339.
- Magyar, D. 2006. New or interesting hyphomycetes from Hungary. **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica** **41**(1-2):69-77.
- Marvanová, L. 1980. New or noteworthy aquatic hyphomycetes. *Clavatospora, Heliscella, Nawawia e Heliscina*. **Transactions of the British Mycological Society** **75**(2): 221-231.
- Marvanová, L. 1984. Two new *Tricladium* species from mountain streams. **Mycotaxon** **19**: 93-100.
- Marvanová, L. & Descals, E. 1985. New and critical taxa of aquatic hyphomycetes. **Botanical Journal of the Linnean Society** **91**: 1-23.
- Marvanová, L. & Barlocher, F. 1989. Hyphomycetes from Canadian streams. Three new taxa. **Mycotaxon** **35**(1): 85-99.
- Marvanová, L. 1997. Freshwater Hyphomycetes: a survey with remarks on tropical taxa. Pp. 169-226. In: K. K. Janardhanan; C. Rajendran; K. Natarajan & D.L. Hawksworth (eds.). **Tropical Mycology**. Enfield, Science Publishers.
- Marvanová, L. 2001. Streamborne fungal spora in running waters of the bohemian forest. **Silva Grabetata** **7**: 147-154.
- Matsushima, T. 1975. **Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum**. Kobe, Published by the author.
- Matsushima, T. 1980. **Saprophytic microfungi from Taiwan- Part 1 Hyphomycetes**. Kobe, Published by the author.
- Matsushima, T. 1987. **Matsushima Mycological Memoirs N° 5**. Kobe, Published by the author.
- Matsushima, T. 1989. **Matsushima Mycological Memoirs N° 6**. Kobe, Published by the author.
- Matsushima, T. 1993. **Matsushima Mycological Memoirs N° 7**. Kobe, Published by the author.
- Menéndez, M.; Descals, E.; Riera, T. & Moya O. 2012. Effect of small reservoirs on leaf

- litter decomposition in Mediterranean headwater streams. **Hydrobiologia** **691**:135–146.
- Moreira, C.G. & Schoenlein-Crusius, I.H. 2012. Nova espécie e novos registros para o Brasil de hifomicetos em folheto submerso coletados no Parque Municipal Alfredo Volpi, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea** **39**(4):521-527.
- Nawawi, A. 1975. *Triscelophorus acuminatus* sp. nov. **Transactions of the British Mycological Society** **64**(2): 345-348.
- Nawawi, A. 1985. Another aquatic hyphomycete genus from foam. **Transactions of the British Mycological Society** **85**(1): 174-177.
- Nawawi, A. & Kuthubutheen, A.J. 1988. Additions to *Condylospora* (hyphomycetes) from Malaysia. **Mycotaxon** **33**:329-338.
- Nemec, S. 1970. Fungi associated with strawberry root rot in Illinois. **Mycopathologia et Mycologia applicata** **41**(3-4): 331-346.
- Nilsson, S. 1964. **Freshwater Hyphomycetes. Taxonomy, morphology and ecology.** Uppsala, Symbolae Botanicae Upsaliensis.
- Pascoal, C.; Marvanová, L. & Cássio, F. 2005. Aquatic hyphomycete diversity in streams of Northwest Portugal. **Fungal Diversity** **19**: 109-128.
- Paulus, B.C.; Kanowski, J.; Gadek, P.A. & Hyde, K.D. 2006. Diversity and distribution of saprobic microfungi in leaf litter of an Australian tropical rainforest. **Mycological Research** **110**: 1441-1454.
- Petersen, H. 1963a. Aquatic hyphomycetes from North America: III. Phialosporae and miscellaneous species. **Mycologia** **55**(5): 570-581.
- Petersen, H. 1963b. Aquatic hyphomycetes from North America. II. Aleuriosporae (Part 2), and Blastosporae. **Mycologia** **55**(1):18-29.
- Plakidas, A.G. & Edgerton, C.W. 1936. A new imperfect fungi. **Mycologia** **28**: 82-84.
- Ranzoni, F. V. 1953. The Aquatic Hyphomycetes of California. **Farlowia** **4**: 353-398.
- Roldán, A.; Descals, E. & Horunbia, M. 1989. Pure culture studies on *Tetracladium*. **Mycological Research** **93**(4): 452-465.
- Rosa, C.A.; Rosa, L.H.; Medeiros, A.O. & Fonseca, F. G. da. 2009. Diversidade Microbiana. Pp. 43-65. In: G.M. Drummond; C.S. Martins; M.B. Greco & F. Vieira (eds.). Biota Minas-Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Biodiversitas.

- Santos-Flores, C. & Betancourt-López, C. 1994. Aquatic Hyphomycetes (Deuteromycotina) from Rio Loco at Susua State Forest, Puerto Rico. **Caribbean Journal of Science** 30(3-4): 262-267.
- Santos-Flores, C.J.; Betancourt-López, C. & Nieves-Rivera, A. M. 1996a. New records of water-borne Hyphomycetes for Puerto Rico. **Caribbean Journal of Science** 32(1): 105-110.
- Santos-Flores, C.J.; Nieves-Rivera, A. M. & Betancourt-López, C. 1996b. The genus *Condylospora* Nawawi (Hyphomycetes) in Puerto Rico. **Caribbean Journal of Science** 32(1): 116-120.
- Santos-Flores, C. J. & Betancourt-López, C. 1997. **Aquatic and water-borne hyphomycetes (Deuteromycotina) in streams of Puerto Rico (including records from other Neotropical locations)**. Mayaguez, College of Arts and Sciences, University of Puerto Rico.
- Sati, S.C.; Tiwari, N. & Belwal, M. 2002. Conidial aquatic fungi of Nainital, Kumaun Himalaya, India. **Micotaxon** 81: 445-455.
- Sati, S.C.; Arya, P. & Belwal, M. 2009. *Tetracladium nainitalense* sp. nov. a root endophyte from Kumaun Himalaya, India. **Mycologia** 101(5): 692-695.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I. 1989. Sucessão fúngica de folhas de *Ficus microcarpa* L. F. submerged no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. **Revista de Microbiologia** 20(1): 95-101.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A. I.1990. Hyphomycetes aquáticos no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 13: 61-68.
- Schoenlein-Crusius, I.H.; Pires-Zottarelli, C.L.A. & Milanez, A.I. 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (carvalho) submersas em um lago situado no município de Itapeccerica da Serra, SP. **Revista de Microbiologia** 21(1):61-67.
- Schoenlein-Crusius, I.H.; Pires-Zottarelli & Milanez, A.I. 1992. Aquatic fungi in leaves submerged in a stream in the atlantic rainforest. **Revista de Microbiologia** 23(3): 167-171.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Milanez, A.I. 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, I.H. 2002. Aquatic hyphomycetes from cerrado regions in the state of São Paulo, Brazil. **Mycotaxon** 82: 457-462.

- Schoenlein-Crusius, I.H. & Grandi, R. A. P. 2003. The Diversity of Aquatic Hyphomycetes in South America. **Brazilian Journal of Microbiology** **34**:183-103.
- Schoenlein-Crusius, I.H. & Malosso, E. 2007. Diversity of aquatic hyphomycetes in the tropics. Pp. 61-81. In: B.N. Ganguli & S.K. Desmukh (eds.). **Fungi: Multifaceted microbes**. Nova Delhi, Anamaya Publishers.
- Schoenlein-Crusius, I.H.; Moreira, C. G. & Bicudo, D.C. 2009. Aquatic Hyphomycetes in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **32**(3): 411-426.
- Seifert, K.; Morgan-Jones, G.; Gams, W. & Kendrick, B. 2011. **The Genera of Hyphomycetes**. Utrecht, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.
- Silva, R. F. & Briedis, G.S. 2009. Registro de La presencia de hifomicetos acuáticos en rios de la cordillera de la costa, Venezuela. **Interciencia** **34**(8): 589-592.
- Silva, R. F. & Briedis, G.S. 2011. Hifomicetos acuáticos de la cabecera de rio Guaríco. Estado Carabobo, Venezuela. **Interciencia** **36**(11): 831-834.
- Sinclair, H.I. & Morgan-Jones, G. 1979. Notes on hyphomycetes. 32. Five new aquatic species. **Mycotaxon** **9**(2): 469-481.
- Singh, N. & Musa, T.M. 1977. Terrestrial occurrence and the effect of temperature on growth, sporulation and spore germination, of some tropical aquatic Hyphomycetes. **Transactions of the British Mycological Society** **68**(1): 103-106.
- Smits, G.; Fernández, R. & Cressa, C. 2007. Preliminary study of aquatic hyphomycetes from Venezuelan streams. **Acta Botánica Venezuelica** **30** (2): 345-355.
- Sridhar, K. R. & Karamchand, K. S.2010. Diversity of water-borne fungi in stemflow and throughfall of tree canopies in India. **Sydowia** **61**:327-344.
- Tubaki, 1965. Short note on aquatic spora in East New Guinea. **Transactions of the Mycological Society of Japan** **6**:11-16.
- Webster, J. 1977. Seasonal observations on aquatic hyphomycetes on oak leaves on the ground. **Transactions of the British Mycological Society** **68**(1): 108-111.
- Yen, L. T. H.; Inaba, S.; Tsurumi, Y.; Ban, S.; Lan Dung, N.; Van Hop, D. & Ando, K. 2012. *Condylospora vietnamensis*, a new ingoldian hyphomycete isolated from fallen leaves in Vietnam. **Mycoscience** **53**:326–329.

CAPÍTULO 2

Ingoldian fungi from semiarid caatinga biome of Brazil. The genus *Campylospora*

Artigo aceito para publicação na revista Mycosphere

Resumo: Todas as três espécies do gênero *Campylospora* (*C. chaetoclada*, *C. filicladia* e *C. parvula*) foram encontradas em amostras de espuma coletadas em corpos d'água de três áreas na região semiárida, nordeste do Brasil. *Campylospora filicladia* é um novo registro para o Brasil. Descrições, comentários, distribuição geográfica, ilustrações bem como uma chave para o gênero são apresentadas.

Ingoldian fungi from semiarid Caatinga biome of Brazil. The genus *Campylospora*

Fiuza PO ^{1*}, Gusmão LFP¹

¹Universidade 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. patyfiuzabio@gmail.com

Fiuza PO, Gusmão LFP. 20XX –Ingoldian fungi from semiarid Caatinga biome of Brazil. The genus *Campylospora*. *Mycosphere* XX, xx–xx.

All three species of the genus *Campylospora* (*C. chaetocladia*, *C. filicladia* and *C. parvula*) were found in foam samples collected in water bodies of three areas in the semiarid region, northeast Brazil. *Campylospora filicladia* is a new record for Brazil. Descriptions, comments, geographical distribution, illustrations and a key to the genus is provided.

Key words – hyphomycetes – anamorphic fungi – lotic environment – taxonomy

Article Information

Received ***

Accepted ***

Published online ****

*Corresponding author: Patrícia Fiuza – e-mail – patyfiuzabio@gmail.com

Introduction

Campylospora Ranzoni was established in 1953. The type species, *C. chaetocladia* Ranzoni, is characterized by simple, short, conidiophores with monoblastic conidiogenous cells, and staurosporous asymmetric conidia, consisting of a basal cell (deltoid) and a lateral cell (allantoid), both with two diverging branches at each end (Ranzoni 1953, Nawawi 1974). *Campylospora chaetocladia* has been found in water bodies many parts of the world including Africa (Ingold 1956, 1958, Dixon 1959), Central America (Santos-Flores & Betancourt-López 1997), North America (Crane 1968), South America (Cressa &

Smits 2007), Asia (Nemade et al. 2010), Europe (Nilsson 1964) and Oceania (Regelsberger & Messner, 1987).

The second species, *C. parvula* Kuzuha was described on submerged leaves in Tokyo, Japan (Kuzuha 1973). This species has the smallest branches of the genus. According to Kuzuha (1973), the material reported by Ingold & Ellis (1952) is similar to *C. parvula*. *Campylospora filicladia* Nawawi, proposed in 1974, has the thinnest branches in the genus (Nawawi 1974).

Conidia of *Campylospora* have been reported in many parts of the world (Chauvet 1991, Santos-Flores & Betancourt-López 1997). The genus is usually found in water (Fabre 1998), submerged leaves (Ranzoni 1953, Nawawi 1974, Kane et al. 2002) and foam (Santos-Flores & Betancourt-López 1997). *Campylospora parvula* was reported as endophytic in roots of *Lyonia ovalifolia* (Sati & Belwal 2005) and *Alnus glutinosa* (Fisher & Petrini 1989), while *C. chaetocladia* was found as an endophyte in *Murraya koenigii* (Sati & Belwal 2005).

Although the genus is frequently found, full characterization and description of new species is reserved only for the species isolated in pure culture. Some similar conidia of *Campylospora* were collected by Ingold & Ellis (1952) and

Ingold (1959), however, these authors only indicate the possibility of new species, since the fungi were not isolated in pure culture. Thus, the diversity of Ingoldian fungi, and particularly *Campylospora*, may be underestimated.

Methods

The material described in this study was derived from foam samples collected in water bodies of three areas in the semiarid Caatinga biome in the northeast of Brazil. These areas are considered of high biological importance (Velloso et al. 2002), and are located at Chapada do Araripe and Serra de Ibiapaba from Ceará state and Brejo Paraibano from Paraíba state. For observation of Ingoldian fungi, the technique proposed by Descals (2005) was applied. The foam samples were collected and packaged in plastic bottles of 250 mL and adding 5-10 mL of alcohol (70%). The material collected was homogenized and 0.2 mL of each sample was transferred to slides. The slides were exposed at room temperature to complete evaporation. A drop of lactic acid was added to the slides and then a cover slip which was sealed with nail polish. The identification was made from the observation of micro morphological characters of conidia and compared with specific literature. The illustrations were

made by camera lucida coupled to an Olympus BX-51 microscope. The materials were deposited in the “Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana” (HUEFS).

Results and discussion

All of the three described *Campylospora* spp., *C. chaetoclada*, *C. filicladia* and *C. parvula*, were found in Brazil along with a fourth species that is not determined to species.

Campylospora Ranzoni, Farlowia 4: 373, 1953.

Conidia tetraradiate, hyaline, composed of two parts, deltoid and allantoid; both with two diverging branches at the ends; schyzolitic secession.

Campylospora chaetoclada Ranzoni, Farlowia 4: 373, 1953. Figs 1–2

Conidia tetraradiate, hyaline, composed of two parts, deltoid and allantoid; both with two diverging branches at the ends; deltoid with 3–4 cells, $6\text{--}9 \times 12\text{--}15 \mu\text{m}$; allantoid with 3–4 cells, $10.5\text{--}16.5 \times 3\text{--}6 \mu\text{m}$; basal cells truncated; apical cells of both parts are triangular to pyramidal; branches with tapered apex, 0-septate, $30\text{--}50 \times 1.5\text{--}3 \mu\text{m}$.

Material examined: BRAZIL. Ceará: Missão Velha, Chapada do Araripe, River Missão Velha, in foam, 2 Aug 2011, *P.O. Fiuza* (HUEFS 141553); BRAZIL. Paraíba: Alagoa Grande, Brejo Paraibano, River Pitombeira, in foam, 16 Dec 2011, *P.O. Fiuza* (HUEFS 141557); BRAZIL. Ceará: Ubajara, Serra de Ibiapaba, Stream Gameleira, in foam, 15 Jun 2012, *P.O. Fiuza* (HUEFS 141558).

Geographical distribution: Cosmopolitan.

Campylospora chaetoclada differs from other species by having larger branches ($35\text{--}50 \times 3\text{--}5 \mu\text{m}$) and the apical cells of conidia are triangular to pyramidal (Ranzoni 1953). The characteristics and dimensions of the collected material are in agreement with those mentioned by Ranzoni (1953), except for the branches, which are narrower. The conidia found in Brejo Paraibano, had crossed apical branches (Fig. 1), which usually occurs in *C. filicladia*. Ingold & Cox (1957) studying *C. chaetoclada* and *Tripospermum myrti* (Lind) S. Hughes in pure culture, noted that the two genera have a similar development of conidia. These authors considered the possibility of transferring *Campylospora* to *Tripospermum*. *Campylospora chaetoclada* has been found on every continent. It is frequently recorded in

subtropical to tropical waters, which is corroborated by Chauvet (1991), who recorded the species prefers waters with a temperature ≥ 16 ° C. In South America, *C. chaetoclada* was registered in Venezuela by Cressa & Smits (2007) and Brazil in São Paulo by Schoenlein-Crusius & Milanez (1990) and Schoenlein-Crusius (2002), and Minas Gerais by Rosa et al. (2009). This is the first record in Brazilian semiarid.

Campylospora filicladia Nawawi, Trans. Br. mycol. Soc. 63(3): 604, 1974. Fig. 3

Conidia tetra- or polyradiate, hyaline, composed of two parts, deltoid and allantoid; both with 4 cells and two diverging hair like branches at the ends; deltoid, $6-9 \times 10.5-13.5$ μm ; allantoid $10.5-13.5 \times 4.5-6$ μm ; basal cells truncated; apical cells of both parts rounded; branches with tapered apex, 0-septate, $16.5-25.5 \times 0.5-0.7$ μm ; apical branches crossed.

Material examined: BRAZIL. Ceará: Ubajara, Serra de Ibiapaba, River Minas, in foam, 18 Jul 2012, *P.O. Fiuza* (HUEFS 141559).

Geographical distribution: Australia (Matsushima 1989); China (Chan et al. 2000); India (Sridhar & Kaveriappa 1992; Ravijara et al. 1998); France (Fabre 1998); Malaysia (Nawawi 1974); Puerto

Rico (Santos-Flores & Betancourt-López 1994, 1997); New Zealand (Aimer & Segedin 1985); Taiwan (Matsushima 1980); Venezuela (Castañeda-Ruiz et al. 2003, Silva & Briedis 2009, 2011).

Campylospora filicladia is characterized by the rounded apex of apical cell and the thinnest branches in the genus (Nawawi 1974). The characteristics and dimensions are in accordance with Nawawi (1974), except for the width of the branches (0.5–0.7 μm). *Campylospora filicladia* is generally observed with the apical branches crossed (Nawawi 1974, Santos-Flores & Betancourt-López 1997). Santos-Flores & Betancourt-López (1997) provided an identification key for the genus, using the crossing branches as an important step, however, after observation of various materials, we believe it is not a diagnostic feature for the species. *Campylospora filicladia* was recorded on decaying leaves of *Canna generalis* and litter by Matsushima (1980, 1989). This is the first record for Brazil.

Campylospora parvula Kuzuha, J. Jap. Bot. 48 (7): 220, 1973. Fig. 4

Conidia tetra- or polyradiate, hyaline, composed of two parts, deltoid and allantoid; both with 4 cells and two diverging setose branches at the ends;

deltoid, 8–12 × 13.5–15 μm; allantoid 12–13.5 × 4.5–6 μm; basal cells truncated; apical cells of both parts pyramidal; branches 0-septate, 4.5–6 × 1.5 μm.

Material examined: BRAZIL. Ceará: Ubajara, Serra de Ibiapaba, Stream Gameleira, in foam, 27 Jul 2012, *P.O. Fiuza* (HUEFS 141558).

Geographical distribution: Africa (Chen et al. 2000); Austria (Voglmayr 1996); Brazil (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003); Canada (Barlocher 1987); England (Ingold 1974, 1975, Fisher & Petrini 1989); France (Wood-Eggenschwiler & Barlocher 1983); Germany (Wood-Eggenschwiler & Barlocher 1983); India (Sridhar & Kaveriappa 1992, Ravijara et al. 1998, Sati & Belwal 2005, Sati & Arya 2009); Ireland (Harrington 1997); Japan (Kuzuha 1973); Peru (Matsushima 1993); Puerto Rico (Betancourt et al. 1987, Santos-Flores & Betancourt-López 1994, 1997); Sweden (Nilsson 1964); Switzerland (Wood-Eggenschwiler & Barlocher 1983); Taiwan (Matsushima 1980); Venezuela (Silva & Briedis 2009, 2011).

Campylopora parvula has the smallest branches of the genus. The characteristics and dimensions agree with the literature (Kuzuha 1973), although the branches are smaller. According to

Nawawi (1974), the finger-shaped branch on the conidia was not mentioned in the description or shown in the drawing of Kuzuha (1973). Ingold (1974) observed conidia in foam very similar to those found by Kuzuha (1973) and pointed out that the author of the species would not have observed the finger-shaped branch and registered it as an appendix. *Campylopora parvula* was found by Matsushima (1980) in leaves of *Canna generalis*. Later, Fisher & Petrini (1989) observed the species as endophytic in roots of *Alnus glutinosa*. *Campylopora parvula* was observed in Brazil, São Paulo (Schoenlein-Crusius & Grandi 2003). This is the first record from Brazilian semiarid.

***Campylopora* sp.**

Fig. 5

Conidia tetradiate, hyaline, composed of two parts, deltoid and allantoid, both with two diverging branches at the ends; deltoid triangular to pyramidal with 4 cells, 7.5–9 × 13.5–15 μm; allantoid with 3 cells, 12–13.5 × 3–4.5 μm; basal cells with ends rounded; apical cells of both parts rounded; branches 0-septate, 18–20 × 1–2 μm.

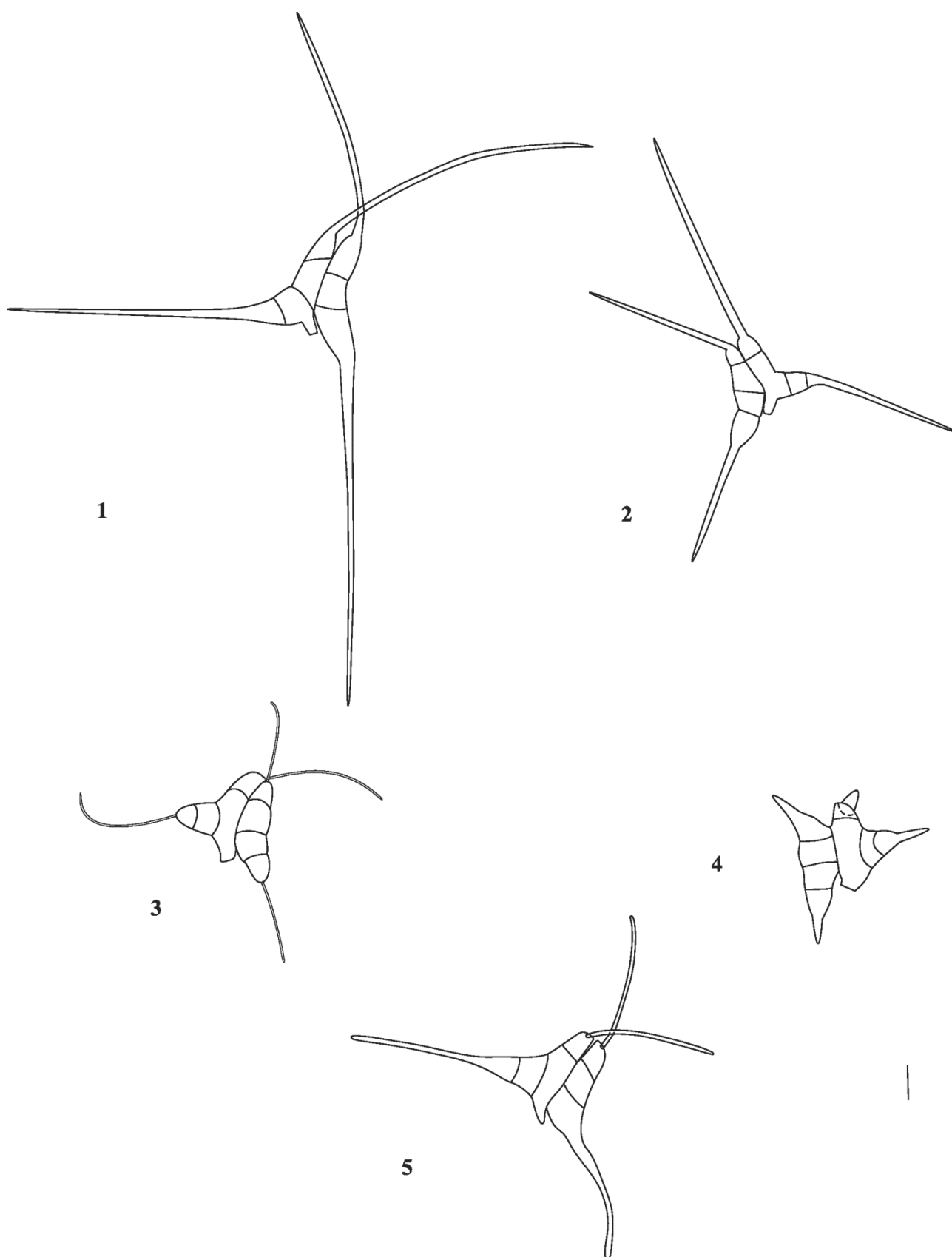
Material examined: BRAZIL. Ceará: Ubajara, Serra de Ibiapaba, River Minas, in foam, 28 May 2012, *P.O. Fiuza* (HUEFS 141559).

The conidia of this species are similar to those of *C. filicladia* in dimensions of allantoids, deltoid and apical cells rounded. However, these conidia have branches that are wider than those of *C. filicladia*, being, for this feature, closer to *C. chaetocladia*. This taxon differs from other species of *Campylospora* in having basal cells with a rounded base. Unfortunately, these conidia

were not isolated and grown in pure culture, and thus it is impossible to clarify it as a new species.

Key to species of *Campylospora*

- 1a. Conidia basal cells truncated.....2
- 1b. Conidia basal cells rounded.....*Campylospora* sp.
- 2a. Conidia branches less than 15 μm long..... *C. parvula*
- 2b. Conidia branches more than 15 μm long.....3
- 3a. Conidia branches less than 1 μm wide.....*C. filicladia*
- 3b. Conidia branches more than 1 μm wide.....*C. chaetocladia*



Figs 1–5. – Conidia of *Campylospora* spp. **1, 2** *C. chaetocladia*. **3** *C. filicladia*. **4** *C. parvula*. **5** *Campylospora* sp. – Bar = 5 μ m.

Acknowledgements

The authors PO Fiuza and LFP Gusmão thanks to “Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido” for financial support in collecting. PO Fiuza thanks to “Programa de Pós-graduação em Botânica (UEFS)” and “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)” for granting scholarships and LFP Gusmão extended thanks to CNPq (proc. 303924/2008-0).

References

- Aimer RD, Segedin BP. 1985 – Some aquatic hyphomycetes from New Zealand streams. *New Zealand Journal of Botany* 23, 273–299.
- Barlocher F. 1987 – Aquatic hyphomycetes spora in 10 streams of New Brunswick and Nova Scotia. *Canadian Journal of Botany* 65, 76–79.
- Betancourt C, Cruz J, Garcia J. 1987 – Los hifomicetos acuáticos de la Quebrada Dona Juana en el bosque estatal de Toro Negro, Villalba, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 23(2), 278–284.
- Castañeda-Ruiz RF, Iturriaga T, Minter DW, Saikawa M, Vidal G, Velazquez-Noa S. 2003 – Microfungi from Venezuela, a new species of *Brachydesmiella*, a new combination, and new records. *Mycotaxon* 85, 211–229.
- Chan SY, Goh TK, Hyde KD. 2000 – Ingoldian fungi in Hong Kong. In: *Aquatic Mycology across the Millennium* (eds Hyde KD, WH Ho, Pointing SB). *Fungal Diversity, Hong Kong* 89–107.
- Chauvet E. 1991 – Hyphomycete distribution in South-Western France. *Journal of Biogeography* 18(6), 699–706.
- Chen JS, Feng MG, Fomelack TS. 2000 – Aquatic and aero-aquatic hyphomycetes occurred in central Cameroon, Western Africa. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3(11), 1847–1848.
- Crane JL. 1968 – Hyphomycetes of the northern Appalachian highland including New England, and three coastal plain states. *American Journal of Botany* 55(8), 996–1002.
- Cressa C, Smits G. 2007 – Aquatic hyphomycetes in two blackwater streams of Venezuela. *Ecotropicos* 20(2), 82–85.
- Descals E. 2005 – Techniques for handling Ingoldian Fungi. In: *Methods to*

- Study Litter Decomposition (eds Graça MAS, Barlocher F, Gessner MO). Springer, Dordrecht 129–141.
- Dixon PA. 1959 – Stream spora in Ghana. Transactions of the British Mycological Society 42(2), 174–176.
- Fabre, E. 1998 – Aquatic hyphomycetes in three rivers of southwestern France. II. Spatial and temporal differences between species. Canadian Journal of Botany 76, 107–114.
- Fisher PJ, Petrini O. 1989 – Two aquatic hyphomycetes as endophytes in *Alnus glutinosa* roots. Mycological Research 92(3), 367–368.
- Harrington TJ. 1997 – Aquatic hyphomycetes of 21 rivers in southern Ireland. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy 97(2), 139 – 148.
- Ingold CT. 1956 – Stream spora in Nigeria. Transactions of the British Mycological Society 39(1), 108–110.
- Ingold CT. 1958 – Aquatic hyphomycetes from Uganda and Rhodesia. Transactions of the British Mycological Society 41, 109–114.
- Ingold CT. 1959 – Aquatic spora of Omo Forest, Nigeria. Transactions of the British Mycological Society 42(4), 479–485.
- Ingold CT. 1974 – Foam spora from Britain. Transactions of the British Mycological Society 63(3), 487–497.
- Ingold CT. 1975– Conidia in the foam of two English streams. Transactions of the British Mycological Society 65(3), 522–527.
- Ingold CT, Cox VJ. 1957 – On *Tripospermum* and *Campylospora*. Transactions of the British Mycological Society 40(3), 317–321.
- Ingold CT, Ellis EA. 1952 – On some hyphomycete spores, including those of *Tetracladium maxilliformis* from Wheatfen. Transactions of the British Mycological Society 35, 158–161.
- Kane DF, Tam WY, Gareth Jones EB. 2002 – Fungi colonizing and sporulating on submerged wood in the river Severn, UK. In: Fungal Succession (eds Hyde KD, Jones EBG). Fungal Diversity 10: 45–55.

- Kuzuha S. 1973 – Two new species of aquatic hyphomycetes. *Journal of Japanese Botany* 48, 220–224.
- Matsushima T. 1980 – Saprophytic microfungi from Taiwan- Part 1 Hyphomycetes. Published by the author, Kobe.
- Matsushima T. 1989 – Matsushima Mycological Memoirs N° 6. Published by the author, Kobe.
- Matsushima T. 1993 – Matsushima Mycological Memoirs N° 7. Published by the author, Kobe.
- Nawawi A. 1974 – A new *Campylospora*. *Transactions of the British Mycological Society* 63(3), 603–606.
- Nemade LC, Patil VR, Patil MS, Chaudhari SA. 2010 – Diversity of fresh water hyphomycetes from Buldhana District (M.S.), India. *Journal of Ecobiotechnology* 2(6), 17–20.
- Nilsson S. 1964 – Freshwater Hyphomycetes. Taxonomy, morphology and ecology. *Symbolae Botanicae Upsaliensis*, Uppsala.
- Ranzoni FV. 1953 – The aquatic hyphomycetes of California. *Farlowia* 4, 353–398.
- Ravijara NS, Sridhar KR, Barlocher F. 1998 – Fungal species richness in Western Ghat streams (southern India): is it related to pH, temperature or altitude? *Fungal Diversity* 1, 179–191.
- Regelsberger B, Messner K. 1987 – Species diversity of aquatic hyphomycetes in four Austrian streams. *Mycotaxon* 30, 439–454.
- Rosa CA, Rosa LH, Medeiros AO, Fonseca FG da. – 2009. Diversidade Microbiana. In: *Biota Minas-Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais*. (eds Drummond GM, Martins CS, Greco MB, Vieira F.). *Biodiversitas*, Belo Horizonte 43-65.
- Santos-Flores C, Betancourt-López C. 1994 – Aquatic Hyphomycetes (Deuteromycotina) from Río Loco at Susúa State Forest, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 30(3–4), 262–267.
- Santos-Flores CJ, Betancourt-López C. 1997 – Aquatic and water-borne hyphomycetes (Deuteromycotina)

- in streams of Puerto Rico (including records from other Neotropical locations). College of Arts and Sciences, University of Puerto Rico, Mayaguez.
- Sati SC, Arya P. 2009 – Occurrence of water borne conidial fungi in relation to some physico-chemical parameters in a fresh water stream. *Nature and Science* 7(4), 20–28.
- Sati SC, Belwal M. 2005 – Aquatic hyphomycetes as endophytes of riparian plant roots. *Mycologia* 97(1), 45–49.
- Schoenlein-Crusius IH. 2002 – Aquatic hyphomycetes from cerrado regions in the state of São Paulo, Brazil. *Mycotaxon* 82, 457–462.
- Schoenlein-Crusius IH, Grandi RAP. 2003. The diversity of aquatic Hyphomycetes in South America. *Brazilian Journal of Microbiology* 34, 183–103.
- Schoenlein-Crusius IH, Milanez AI. 1990 – Hyphomycetes aquáticos no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 13, 61–68.
- Silva RF, Briedis GS. 2009 – Registro de La presencia de hifomicetos acuáticos en rios de la cordillera de la costa, Venezuela. *Interciencia* 34(8), 589–592.
- Silva RF, Briedis GS. 2011 – Hifomicetos acuáticos de la cabecera de río Guaríco, Estado Carabobo, Venezuela. *Interciencia* 36(11), 831–834.
- Sridhar KR, Kaveriappa KM. 1992 – Aquatic hyphomycetes of Western Ghat streams, India. *Sydowia* 44, 66–77.
- Velloso AL, Sampaio EVSB, Pareyn FGC. 2002 – Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste, Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, Recife.
- Voglmayr H. 1996 – Spores of ingoldian fungi in two Austrian rivulets. *Osterreichische Zeitschrift für Pilzkunde* 5, 23–49.
- Wood-Eggenschwiler S, Barlocher F. 1983– Aquatic hyphomycetes in sixteen streams in France, Germany and Switzerland. *Transactions of the British Mycological Society* 81(2), 371–379.

CONCLUSÕES GERAIS

- 27 táxons de fungos ingoldianos foram registrados para as quatro áreas de estudo;
- Destas, 25 foram observadas na espuma;
- *Dendrosporium lobatum* e *Tetracladium breve* foram isolados em cultura pura a partir de folhas submersas;
- 25 são novas ocorrências:
 - *Tetracladium breve*, *T. nainitalense* e *Tricladium fallax* são novas ocorrências para o continente americano;
 - *Lemonniera alabamensis* é uma nova ocorrência para o Neotrópico;
 - *Anguillospora pseudolongissima*, *Condylospora gigantea* e *Lemonniera pseudofloscula* são novos registros para a América do Sul;
 - *Campylospora filicladia*, *Culicidospora gravida*, *Flabellocladia tetracladia*, *Flabellospora verticillata*, *Jaculispora submersa* e *Trinacrium incurvum* são novos registros para o Brasil;
 - *Alatospora acuminata*, *Anguillospora longissima*, *Articulospora tetracladia*, *Campylospora chaetoclada*, *C. parvula*, *Flagellospora curvula*, *Lunulospora curvula*, *Triscelophorus acuminatus* e *Trisulcosporium acerinum* são novos registros para região semiárida brasileira;
 - *Brachiosphaera tropicalis* e *Scutisporus brunneus* são novos registros para o Ceará;
 - *Dendrosporium lobatum* é um novo registro para a Paraíba.
- ✓ O rio Missão Velha foi o corpo d'água com maior número de táxons de fungos ingoldianos (15 táxons) e o riacho da Serra da Jibóia apresentou o menor número (4 táxons);
- ✓ Este trabalho contribuiu para o conhecimento de fungos ingoldianos na região semiárida e pode auxiliar estudos taxonômicos futuros no Brasil;

- ✓ A grande quantidade de registros novos reflete a falta de estudos nesta região e necessidade da continuidade de estudos com o grupo;
- ✓ Este trabalho pode subsidiar estudos futuros de conservação nas áreas estudadas.

FUNGOS INGOLDIANOS EM ALGUMAS ÁREAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Patrícia Oliveira Fiuza

RESUMO

Os fungos ingoldianos são hifomicetos aquáticos que apresentam conídios sigmoides ou ramificados e ocorrem em ambientes lóticos e lênticos, sendo encontrados facilmente nas espumas de corpos d'água. Visando contribuir com o conhecimento da biodiversidade de fungos ingoldianos na região semiárida foi realizado um inventário em corpos d'água de áreas de extrema importância biológica do semiárido brasileiro. Em uma expedição, amostras de espuma e folhas submersas foram coletadas em corpos d'água de quatro localidades na região semiárida (Brejo Paraibano-PB, Serra da Jibóia-BA, Chapada do Araripe e Serra de Ibiapaba-CE). As amostras de espuma foram coletadas e acondicionadas em frascos plásticos de 250 mL e as amostras de folhas submersas foram acondicionadas em sacos plásticos. No Laboratório de Micologia (LAMIC), a espuma foi homogeneizada e 200 µL de cada amostra foram transferidos para 30 lâminas, as quais ficaram expostas à temperatura ambiente para evaporação. Após a evaporação, foi adicionada uma gota de ácido láctico e vedada com esmalte. Amostras de folhas submersas foram submetidas à técnica de lavagem em água corrente e cortadas em pedaços de 1 cm², os quais foram colocados em placas de Petri com água destilada esterilizada para observação dos fungos. Os frascos e lâminas foram depositados no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). As culturas puras foram depositadas na Coleção de Cultura de Microrganismos da Bahia (CCMB). O primeiro capítulo apresenta todos os 27 táxons de fungos ingoldianos encontrados no estudo, 23 destes táxons apresentam descrição, distribuição geográfica, comentários taxonômicos e ilustração; 22 representam novos registros: continente americano (3), Neotrópico (1), América do Sul (3), Brasil (5), região semiárida brasileira (7), Ceará (2), Paraíba (1). O segundo capítulo apresenta todas as espécies do gênero *Campylospora*, com descrições, comentários taxonômicos, distribuição geográfica, chave taxonômica para o gênero e ilustrações. O corpo d' água que apresentou o maior número de táxons de fungos ingoldianos foi o rio Missão Velha.

Palavras chave: Biodiversidade, caatinga, ecossistemas lóticos, hifomicetos aquáticos, taxonomia, tropical.

INGOLDIAN FUNGI IN SOME AREAS FROM BRAZILIAN SEMIARID

Patrícia Oliveira Fiuza

ABSTRACT

Ingoldian fungi are aquatic hyphomycetes that presents conidia sigmoid or branch and occur in lotic and lentic environment, being easily found in foam of water bodies. Aiming to contribute to the knowledge of the biodiversity of Ingoldian fungi in semiarid region, was conducted an inventory in water bodies of areas of extreme biological importance of the Brazilian semiarid. In a single expedition, samples of foam and submerged leaves were collected in water bodies of four localities in semiarid region (Brejo Paraibano-PB, Serra da Jibóia-BA, Chapada do Araripe and Serra de Ibiapaba-CE). The samples of foam were collected and packaged in plastic bottles of 250 mL and the submerged leaves were packaged in plastic bags. In “Laboratório de Micologia“(LAMIC), the foam was homogenized and 200 μ L of each sample were transferred to 30 slides, which were exposed at room temperature to evaporation. After evaporation, was addition of one drop of lactic acid and sealed with nail polish. Samples of submerged leaves were subjected to the technique of washing in flowing water and cut into pieces of 1 cm², that were placed in petri dishes containing distilled sterile water for observation of fungi. The bottles and slides were deposited in the “Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana” (HUEFS). The pure cultures were deposited in the “Coleção de Cultura de Microorganismos da Bahia” (CCMB). The first chapter presents all 27 taxa of Ingoldian fungi found in the study, 23 of these taxa present description, geographic distribution, taxonomic comments and illustration; 22 are new records: american continent (3), Neotropics (1), South America (3), Brazil (5), Brazilian semiarid region (7), Ceará (2) and Paraíba (1). The second chapter shows all species of the genus *Campylospora* with descriptions, comments, geographical distribution, a key to the genus and illustrations. The water body with the highest number of taxa of Ingoldian fungi was the river Missão velha.

Key words: Aquatic hyphomycetes, biodiversity, lotic ecosystems, taxonomy, tropical.

Anexo

Tabela 1: Táxons e abundância de fungos ingoldianos observados em 6 mL de cada amostra de corpo d'água.

Táxons	Rio Missão Velha-CE	Riacho da Serra da Jibóia-BA	Rio Pitombeira -PB	Riacho Gameleira -CE	Rio das Minas-CE	Total de conídios
<i>Alatospora acuminata</i> Ingold	3	0	0	0	0	3
<i>Anguillospora longissima</i> (Sacc. & P. Syd.) Ingold	380	2	7	0	4	393
<i>A. pseudolongissima</i> Ranzoni	177	0	7	0	3	187
<i>Articulospora tetracladia</i> Ingold	26	0	0	0	0	26
<i>Brachiosphaera tropicalis</i> Nawawi	11	0	0	0	0	11
<i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni	2	0	28	3	0	33
<i>C. filicladia</i> Nawawi	0	0	0	0	9	9
<i>C. parvula</i> Kuzuha	0	0	0	3	0	3
<i>Campylospora</i> sp.	0	0	0	0	5	5
<i>Condylospora gigantea</i> Nawawi & Kuthub.	0	0	0	3	0	3
<i>Condylospora</i> sp.	0	3	0	0	0	3
<i>Culicidospora gravida</i> R.H. Petersen	435	0	2	0	0	437
<i>Flabellocladia tetracladia</i> (Nawawi) Nawawi	0	0	0	0	4	4
<i>Flabellospora verticillata</i> Alas.	26	0	2	2	2	32
<i>Flagellospora curvula</i> Ingold	38	4	0	0	0	42
<i>Jaculispora submersa</i> H.J. Huds. & Ingold	3	0	0	0	0	3
<i>Lemonniera alabamensis</i> R.C. Sinclair & Morgan-Jones	0	0	0	5	0	5
<i>L. pseudofloscula</i> Dyko	10	0	1	0	0	11
<i>Lunulospora curvula</i> Ingold	17	0	0	0	0	17
<i>Scutisporus brunneus</i> K. Ando & Tubaki	54	0	9	0	1	64
<i>Tetracladium nainitalense</i> Sati & P. Arya	0	0	0	6	0	6
<i>Tricladium fallax</i> Marvanová	0	0	0	0	4	4
<i>Trinacrium incurvum</i> Matsush.	5	0	0	0	0	5
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi	54	28	14	120	22	238
<i>Trisulcosporium acerinum</i> H.J. Huds. & B. Sutton	0	0	18	6	0	24
TOTAL:	1241	37	88	148	54	1568