



**FUNGOS GASTEROIDES DA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE -
APODI, BRASIL**

MARCOS MATEUS BARROS BARBOSA

**RECIFE
MARÇO/2015**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE MICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE FUNGOS**

**FUNGOS GASTEROIDES DA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE -
APODI, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biologia de Fungos.

Área de Concentração: Taxonomia e Filogenia

NOME: Marcos Mateus Barros Barbosa

Orientador: Iuri Goulart Baseia

Co-orientador: Gladstone Alves da Silva

RECIFE

MARÇO/2015

Catálogo na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Barbosa, Marcos Mateus Barros
Fungos gasteróides da Floresta Nacional do Araripe-Apodi, Brasil/
Marcos Mateus Barros Barbosa– Recife: O Autor, 2015.

146 folhas : il., fig., tab.

Orientador: Iuri Goulart Baseia

Coorientador: Gladstone Alves da Silva

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Biologia de Fungos, 2015.

Inclui bibliografia e anexos

1. Gasteromycetes 2. Filogenia 3. Fungos I. Baseia, Iuri Goulart (orientador) II. Silva, Gladstone Alves da (coorientador) III. Título

579.599

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2015- 185

FUNGOS GASTEROIDES DA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE-APODI, BRASIL

MARCOS MATEUS BARROS BARBOSA

Data da defesa: 03/03/2015

COMISSÃO EXAMINADORA

MEMBROS TITULARES

Dr. Iuri Goulart Baseia – (Orientador)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal/RN)

Dr. José Luiz Bezerra – Examinador Interno
Universidade Estadual de Santa Cruz (Ilhéus/BA)

Dr^a. Elaine Malosso – Examinador Interno
Universidade Federal de Pernambuco (Recife/PE)

Dr^a. Bianca Denise Barbosa da Silva – Examinador Externo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal/RN)

Dr. Francisco de Diego Calonge – Examinador Externo
Real Jardín Botánico de Madrid (Madrid/Espanha)

"Dedico esta tese ao meu pai, Prof. Dr.

Francisco Barros Barbosa, grande

mestre na minha vida...."

"Aqui, no entanto, nós não olhamos para trás por muito tempo. Nós continuamos seguindo em frente, abrindo novas portas e fazendo coisas novas, Porque somos curiosos... e a curiosidade continua nos conduzindo por novos caminhos. Siga em frente!!!"

Walt Disney

Agradecimentos

Aos meus pais, Francisco Barros Barbosa e Etelvina Maria de Barros, pelo total apoio e compreensão na elaboração deste estudo.

A minha esposa, Maria Aparecida da Silva, por sua contribuição substancial na confecção desta tese e pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

A meus irmãos, Francisco Andretti N. B. Barbosa e Francisco Juliano Barros Barbosa, que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste documento.

A meu orientador, Prof. Iuri Goulart Baseia, pela oportunidade na pesquisa e por ser um grande mestre nesta longa trajetória de pesquisa.

Ao meu co-orientador, Prof. Gladstone Alves da Silva, que mesmo a distância aceitou me ajudar nas análises de filogenia, além dos valiosos conselhos fornecidos.

Ao Prof. Paulo Marinho, por atuar como co-orientador informal na UFRN e me ajudar substancialmente na bancada do laboratório de Genética Molecular de Plantas do Departamento de Biologia Celular e Genética.

Ao Prof. Francisco de Diego Calonge do Real Jardín Botánico de Madrid, Espanha, por aceitar me orientar no período sanduíche realizado no jardim botânico e por grande auxílio na identificação das espécies mais complicadas além de integrar a banca titular de defesa.

As Prof^{as} Laise de Holanda Cavalcanti, Elaine Malosso e a Dr^a Bianca Denise Barbosa da Silva por integrarem a banca titular e pelos valiosos conselhos fornecidos.

Aos Prof. José Luiz Bezerra e Bruno Tomio Goto, por integrarem a banca suplente.

A Prof^a. María Paz Martín do Real Jardín Botánico de Madrid, Espanha, por me auxiliar em muitas dúvidas nas análises de filogenia.

A Dr^a Ricarda Riina do Real Jardín Botánico de Madrid, por ter me hospedado e dado total apoio durante minha estadia na Espanha do doutorado sanduíche.

Ao Dr. Juan Carlos Zamora do Real Jardín Botánico de Madrid, por grande ajuda na resolução de problemas na identificação de algumas espécies de *Geastrum*.

A Dr^a Li-Fang Zhang, pelo apoio fornecido durante minha estadia na Espanha, durante o estágio de Doutorado Sanduíche.

As Prof^a Leonor Costa Maia e Elaine Malosso, que com total zelo e dedicação tornaram meus estudos na Espanha através do doutorado sanduíche realidade.

A todos os meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, em especial a Phelipe Oller e Thaís Feijó, que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta tese.

Um especial obrigado a meu amigo e colega, Roger Fagner Ribeiro Melo e sua esposa Joana dos Santos Silva, por total apoio durante minhas estadias em Recife e principalmente quando eu não estava presente.

A todos os meus colegas do Laboratório de Biologia de Fungos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em especial a Dr^a Bianca Denise Barbosa da Silva, por grande ajuda e apoio no desenvolvimento desta tese.

A Verônica Giuliani Q. A. Martins, pelo apoio fornecido no Laboratório de Genética Molecular Vegetal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Ao meu mais novo amigo, Renato Ferreira, por sua grande ajuda nas expedições de coleta.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), na pessoa do Dr. Francisco Willian Brito e toda sua equipe, pelo total apoio logístico durante as coletas na Floresta Nacional do Araripe.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de doutorado fornecida além de todo o financiamento da pesquisa através dos projetos PPBio Semiárido e Fiocruz/Casadinha sem a qual o desenvolvimento deste trabalho não seria possível.

A Universidade Federal de Pernambuco e do Rio Grande do Norte (UFPE e UFRN) pelo apoio logístico durante as pesquisas.

A Sociedade Micológica de Madrid na pessoa do Prof. Carlos Rey, por fornecer gentilmente algumas das fotos que compõe esta tese. Muchas Gracias!!!!!!!

Aos técnicos de MEV, Artejose Revoredo da Silva e Kleison José Medeiros Leopoldino, pela dedicação e seriedade nas análises de Microscopia Eletrônica.

Aos projetos CTPETRO-INFRA I e FINEP/LIEM do Núcleo de Estudos em Petróleo e Gás Natural da UFRN por financiar minhas análises em MEV.

RESUMO GERAL

Os fungos gasteroides são um grupo artificial pertencente ao filo Basidiomycota caracterizados, principalmente, pelo desenvolvimento angiocárpico do basidioma e liberação passiva dos esporos. Seus principais representantes são as bufas-de-lobo, bufas-de-lobo-estipitadas, estrelas-da-terra, fungos ninhos de passarinhos, tentáculos fedorentos e fungos clatrados. Desde o seu estabelecimento em 1821, a classe foi pontualmente estudada resultando em diversas classificações sempre tentando atingir ao máximo uma construção natural do grupo; algo nunca conseguido devido à alta polifilia dos Gasteromycetes. Com o objetivo de conhecer melhor a micobiota gasteroide e suas relações filogenéticas foram efetuadas coletas no período de 2011 a 2014 na Floresta Nacional do Araripe, no Estado do Ceará. Posteriormente, os fungos foram desidratados e, após as análises, incorporado ao acervo do herbário. Para as análises macroscópicas e microscópicas, todas as estruturas de importância taxonômica foram descritas e medidas de acordo com a literatura especializada e, posteriormente, ilustradas. A extração de DNA foi realizada com base no protocolo tradicional com uso do nitrogênio líquido e tampão CTAB. As amplificações tiveram como alvo as regiões genômicas do DNA ribossomal ITS e LSU e do DNA mitocondrial ATP6. Como resultados foram obtidas 146 amostras totalizando 41 espécies (tendo como gêneros mais representativo *Cyathus* e *Geastrum*) com base em análises de dados morfológicos e/ou filogenéticos. Do total de espécies registradas nesta tese, treze consistem em novos registros para a ciência (9 de *Cyathus*, 1 de *Morganella*, 1 de *Bovista*, 1 de *Geastrum* e 1 de *Calvatia*); um novo registro para a América do Sul (*Morganella subincarnata*). Além do registro de novas espécies de *Cyathus*, uma atualização da sua classificação infragenérica do gênero foi estudada. O presente trabalho trouxe uma contribuição importante para o conhecimento da micobiota cearense, a qual vários novos registros além de novas espécies foram aqui propostos.

Palavras-chave: Taxonomia, filogenia de fungos, semiárido brasileiro, fungos angiocárpicos.

ABSTRACT

The gasteroid fungi are an artificial group belong to the Basidiomycota phylum that are characterized, mainly, by an angiocarpic development of fruting body and passive spore dispersion. It's main representatives are the puffballs, stalked-puffballs, earthstars, bird's nest fungi, stink horns and cage fungi. Since it's establishment in 1821, the class was occasionally studied resulting in many classifications always trying hard to achieve a more natural classification; something that was never reached due to the high polyphyly of Gasteromycetes. With the aim of better understand the gasteroid mycobiota and it's phylogenetic relationships were carried out expeditions in the period of 2011 to 2014 at Nationa Forest of Araripe, in the state of Ceará. Then, the samples were dehydrated and, after the analysis, incorporated into the herbarium collection. To the macroscopic and microscopic analysis, every structure of taxnomic importance were described and measured according to specialized literatura and, then, illustrated. DNA extractionwas performed with base on traditional protocol with use of liquid nitrogen and CTAB buffer. The amplification have targeted the genomic regions of ribossomal DNA ITS and LSU and mitochondrial DNA ATP6. As results were obtained 146 samples totaling 41 species (being the genera more representatives *Cyathus* and *Geastrum*) with base in analysis of morphological and/or phylogenetic data. Of the total species recoreded in this doctoral thesis, thirteen represent new records to science (9 of *Cyathus*, 1 of *Morganella*, 1 of *Bovista*, 1 of *Geastrum* and 1 of *Calvatia*); a new record to South America (*Morganella subincarnata*). Beyond the records of new species of *Cyathus*, an update of its infrageneric classification was studied. This work brought an importante contribution to the knowledge of cearense mycobiota, which several new records and new species were proposed.

Key words: Taxonomy, fungi phylogeny, Brazilian semiarid, angiocarpic fungi.

Lista de abreviaturas

UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
LBF	Laboratório de Biologia de Fungos
LGMP	Laboratório de Genética Molecular de Plantas
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MO	Microscópio Óptico
ME	Microscópio Estereoscópico
FLONA	Floresta Nacional
rDNA	Ácido Desoxirribonucléico Ribossomal
LSU	Grande Subunidade do Ribossomo
ITS	Espaço Interno Transcrito

Lista de figuras

Capítulo 2 – Revisão da Literatura	Pág
Figura 1: <i>Geastrum javanicum</i> . Exoperídio diferenciado em mais de uma camada (Foto e adaptação de Barbosa, M.M.B.).....	17
Figura 2: Secção de basidiomas gasteroides. A. <i>Calatia bicolor</i> , mostrando porção interna do basidioma preenchido unicamente pela gleba (Foto de Barbosa, M.M.B.); B. <i>Morganella compacta</i> , mostrando gleba, subgleba, pseudocolumela e rizomorfa (Adaptado de Barbosa et al., 2011).....	18
Figura 3: <i>Phallus indusiatus</i> , destacando o pseudo-estipe (Foto de Baseia, I.G.); <i>Tulostoma brumale</i> , destacando o estipe verdadeiro (Foto de Moreno, A.).....	19
Figura 4: Mecanismos de Dispersão. A. Descarga em Grande Massa (Esquema de Cruz, RHSF); B. Fole; C. Adesivo (Foto de Baseia, I.G.); D. Percussão (Esquema de Cruz, R.H.S.F.).....	21
Figura 5: A. Eucapilícios de <i>Lycoperdon perlatum</i> (Foto de Barbosa, M.M.B.; B. Paracapilício corado com azul de algodão (Extraído de Bates et al. 2009).....	23
Figura 6: Elatérios presente em <i>Battarrea phalloides</i> (Foto de Baseia, I.G.).....	23
Figura 7: Tipos de Capilício. A. Tipo <i>Lycoperdon</i> ; B. Tipo Intermédio; C. Tipo Bovista; D. Tipo <i>Calvatia</i>	24
Figura 8: Capilício espinhoso de <i>Mycenastrum corium</i> (Foto de Baseia, I.G.).....	25
Capítulo 3 – Materiais e Métodos	
Figura 1: Localização da Floresta Nacional do Araripe-Apodi no Estado do Ceará, Brasil.....	29
Figura 2: Floresta Nacional do Araripe-Apodi – Ceará, Brasil.....	31
Figura 3: Metodologia de coleta usada no estudo.....	34
Figura 4: Esquema de obtenção da cor nas análises morfológicas.....	36
Figura 5: Esquema demonstrando o cluster gênico estudado.....	38
Capítulo 4 – Estudo de Fungos Gasteroides na Floresta Nacional do Araripe, Ceará – Brasil	
Figura 1: Basidiomas em seu habitat natural. A. <i>Cyathus earlei</i> ; B. <i>Cyathus limbatus</i> ; C. <i>Cyathus poeppigii</i> ; D. <i>Cyathus</i> aff. <i>striatus</i> . E. <i>Cyathus triplex</i> . F. <i>Cyathus</i> sp. 1.....	48
Figura 2: Basidiomas em seu habitat natural. A. <i>Cyathus</i> sp. 02; B. <i>Cyathus</i> sp. nov. 06; C. <i>Cyathus</i> sp. nov. 7; D. <i>Cyathus</i> sp. nov. 8.....	53
Figura 3: Basidiomas em seu habitat natural. A. <i>Geastrum fimbriatum</i> ; B. <i>Geastrum hirsutum</i> ; C. <i>Geastrum javanicum</i> ; D. <i>Geastrum lloydianum</i> ; E. <i>Geastrum</i> aff. <i>rusticum</i> ; F. <i>Geastrum triplex</i>	59

Figura 4: Basidiomas em seu habitat natural. A. <i>Geastrum</i> Sp. 1; B. <i>Geastrum</i> Sp. 2; C. <i>Geastrum</i> Sp. 3; D. <i>Geastrum</i> sp. 4.....	66
Figura 5: Basidiomas de Lycoperdaceae e Sclerodermataceae. A. <i>Bovista pedicellata</i> ; B. <i>Morganella alborosea</i> ; C. <i>Morganella fuliginea</i> ; D. <i>Morganella</i> aff. <i>subincarnata</i> ; E. <i>Vascellum</i> aff. <i>curtisii</i> ; F. <i>Scleroderma bovista</i>	73
Figura 6: Basidiomas de Phallaceae e Clathraceae. A-B: <i>Mutinus</i> sp. C-D: <i>Mutinus</i> aff. <i>argentinus</i> . E-F: <i>Phallus indusiatus</i> ; G-H – <i>Clathrus columnatus</i>	80
Capítulo 5 – <i>Calvatia isabellina</i> (Basidiomycota, Lycoperdaceae): uma nova espécie para o semiárido brasileiro	
Figura 1: <i>Calvatia isabellina</i> . A-C. Basidioma em diferentes estágios de desenvolvimento. D. Basidioma seccionado destacando gleba e subgleba. E. Basidiosporos em MEV. F. Capilício em MEV.....	85
Figura 2: Relações filogenéticas intraespecíficas no gênero <i>Calvatia</i> baseadas em análises do fragmento ITS. Programa utilizado: Mr. Bayes. Valores de Bootstrap e Valores de Probabilidade Posteriores (PP) sendo apontados nos nós de cada ramo, respectivamente.....	91
Capítulo 6 – <i>Geastrum araripinus</i>, uma nova espécie do semiárido brasileiro com base em dados morfológicos e moleculares	
Figura 1: Vista Aérea da Floresta Nacional do Araripe-Apodí.....	86
Figura 2: A-D: <i>Geastrum araripinus</i> . A. Basidiomas maduros em ambiente natural, escala: 1 cm; B. Basidiosporos e Capilício sob Microscópio Óptico, escala: 5 µm; C. Basidiosporos sob MEV; D. Capilício sob MEV. E-F: <i>G. fimbriatum</i> . E. Basidiosporos sob MEV; F. Capilício sob MEV.....	94
Figura 3: Relações filogenéticas intraespecíficas no gênero <i>Geastrum</i> com base em análises do fragmento ITS. Programa utilizado: Mr. Bayes sendo valores de Probabilidade Posteriores (PP) sendo apontados nos nós de cada ramo.....	96
Figura 4: Relações filogenéticas intraespecíficas no gênero <i>Geastrum</i> com base em análises do fragmento ATP-6. Programa utilizado: Mr. Bayes sendo valores de Probabilidade Posteriores (PP) sendo apontados nos nós de cada ramo.....	97
Capítulo 7 – Dois Novos Registros de Espécies de <i>Cyathus</i> para a América do Sul	
Figura 1: A – <i>Cyathus gracilis</i> – Barra = 4 mm. B – Basidiosporos de <i>Cyathus gracilis</i> – Barra = 10 µm. C – <i>Cyathus helenae</i> – Barra = 4 mm. D – Basidiosporos de <i>Cyathus helenae</i> – Barra = 10 µm.....	103
Capítulo 8 - O gênero <i>Cyathus</i> (Nidulariaceae, Basidiomycota) na Floresta Nacional do Araripe: novas espécies e a classificação infragenérica filogenética atualizada	
Figura 1: Reconstrução Filogenética da Região ITS do rDNA de espécies selecionadas de	107

<i>Cyathus</i> . Elaborada no programa Mr. Bayes com valores de Medida de Probabilidade Posterior nos nós da árvore.....	
Figura 2: Reconstrução Filogenética da Região ITS+LSU do rDNA de espécies selecionadas de <i>Cyathus</i> . Elaborada no programa Mr. Bayes com valores de Medida de Probabilidade Posterior nos nós da árvore.....	108
Figura 3: <i>Cyathus flabellatus</i> sp. nov.: A. Basidioma em seu habitat natural; B. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; C. Basidiosporos. <i>Cyathus</i> sp. nov. 02: D. Basidioma em seu habitat natural; E. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; F. Basidiosporos. <i>Cyathus</i> sp. nov. 03: G. Basidioma em seu habitat natural; H. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; I. Basidiosporos.....	112
Figura 4: <i>Cyathus</i> sp. nov. 04: A. Basidioma em seu habitat natural; B. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; C. Basidiosporos. <i>Cyathus</i> sp. nov. 05: D. Basidioma em seu habitat natural; E. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; F. Basidiosporos.....	115
Capítulo 9 – Considerações Gerais	
Figura 1: Demonstrativo gráfico da distribuição dos espécimes coletados nos gêneros gasteroides.....	116
Figure 2: Gráfico demonstrando a relação entre a frutificação de fungos gasteroides e ocorrência de chuva na Floresta Nacional do Araripe-Apodi. No lado esquerdo do gráfico tem-se os valores em mm de chuva enquanto que ao lado direito tem-se o número de amostras. Foram observados os dados de pluviometria de dois postos de observação: Em azul o posto do município de Barbalha e em vermelho o de Crato.....	117
Figura 3: Gráfico demonstrando as preferências de substrato dos fungos gasteroides.....	118

Lista de tabelas

Capítulo 3 – Material e Métodos

Tabela 1: Dados de Precipitação Pluviométrica (mm) obtidos para o posto de observação Crato, no período de 2005 a 2014 (Fonte: Funcene 2014).....	30
---	----

SUMÁRIO

	Pág.
1. Introdução.....	15
2. Revisão da literatura.....	17
2.1. Fungos gasteroides.....	17
2.1.1. Morfologia Geral.....	17
2.1.1.1. Basidioma.....	17
2.1.1.2. Macroestruturas.....	18
2.1.1.3. Microestruturas.....	22
2.1.2. Histórico e Classificação.....	27
3. Materiais e Métodos.....	31
3.1. Área de Coleta.....	31
3.2. Coleta e Processamento das Amostras.....	34
3.3. Análise Morfológica das Amostras.....	37
3.4. Análise Molecular das Amostras.....	39
4. Estudo de Fungos Gasteroides na Floresta Nacional do Araripe, Ceará – Brasil.....	41
Resumo.....	41
Introdução.....	41
Material e métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	45
5. <i>Calvatia isabellina</i> (Basidiomycota, Lycoperdaceae): uma nova espécie para o semiárido brasileiro.....	79
Resumo.....	79
Introdução.....	79
Material e Métodos.....	80
Resultados: Taxonomia.....	81
Resultados: Filogenia.....	82
Discussão.....	85
6. <i>Geastrum araripinus</i> , uma nova espécie do semiárido brasileiro com base em dados morfológicos e moleculares.....	87
Resumo.....	87
Introdução.....	87
Material e Métodos.....	88
Taxonomia.....	90
Estudos Moleculares.....	91

Discussão.....	95
7. Dois novos registros de espécies de <i>Cyathus</i> para a América do Sul.....	97
Resumo.....	97
Introdução.....	97
Material e Métodos.....	97
Resultados e Discussões.....	98
8. O gênero <i>Cyathus</i> (Nidulariaceae, Basidiomycota) na Floresta Nacional do Araripe: novas espécies e a classificação infragenérica filogenética atualizada.....	101
Resumo.....	101
Introdução.....	101
Material e Métodos.....	102
Resultados e Discussão.....	103
9. Considerações Gerais.....	113
Referências Bibliográficas.....	117
ANEXOS.....	132

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos os seres vivos foram classificados em dois grandes grupos: animais e vegetais em duas grandes disciplinas a saber: Zoologia e Botânica (Tellería 2011). Os estudos sistemáticos dos fungos têm apenas cerca de 250 anos (Alexopoulos et al. 1996) e ocuparam um lugar de destaque nos tratados botânicos (Tellería 2011). A tradicional classe de fungos ‘Gasteromycetes’ sempre foi objeto de muita discussão, teorias e curiosidades. Criada por Fries em 1821 na obra *Systema Mycologicum*, este grupo abrange alguns conceitos já disseminados na literatura, como, por exemplo, na obra *Synopsis Methodica Fungorum* de Persoon em 1801 que agrupava os fungos globosos (com a porção fértil no interior) na classe Angiocarpi. O conceito de Fries era tão simples que englobava representantes de Zygomycetes (*Endogone*, *Pilobolus*), Ascomycetes (*Tuber*) e muitos Basidiomycetes, no entanto, quando comparado a Persoon (que incluía, além dos citados, Mixomycetes e Phycomycetes) é possível observar que houve um grande avanço no que seria os Gasteromycetes hoje (Calonge, 1998).

São principalmente caracterizados pelo basidioma angiocárpico e liberação passiva dos basidiosporos (Miller & Miller, 1988; Calonge, 1998; Pegler et al., 1995). Os basidiomas podem variar de 0,5 mm até mais de 1,7 m de diâmetro, geralmente apresentam formas que normalmente estão associadas à estratégia de liberação de esporos: globosos (*puffballs* - bufas-de-lobo), ciatiformes (*bird's nest fungi* - fungos ninhos de passarinhos), clatroides (*Cage fungi* - fungos gaiola), estipitadas (*stalked puffballs* - bufas-de-lobo estipitadas), pseudoestipitados (*stinkhorns* - tentáculos fedorentos) e estreladas (*earthstars* - estrelas-da-terra) (Pegler et al, 1995; Calonge, 1998). A característica angiocárpica e a liberação passiva dos esporos justificaram, durante muito tempo, a inclusão destes representantes nos Gasteromycetes onde vários autores como Lloyd (1902), Coker & Couch (1928), Cunningham (1944), Bottomley (1948), Dring (1964), Demoulin (1968), Dring (1973), Liu (1984), Miller & Miller (1988) e Calonge (1998) publicaram trabalhos seguindo esta concepção.

No início do século XX diversas teorias já questionavam a conservação dos Gasteromycetes como classe, tendo como principal argumento a forte diferença morfológica entre os diversos representantes, visto que a única característica que os unia era o comportamento angiocárpico (Reijnders, 2000). As propostas de classificações que surgiram no final deste século já apontavam a polifilia dos Gasteromycetes como ressaltado por Alexopoulos et al. (1996) e Kendrick (2000) que os tratavam como uma série à parte, inseridos nas classes Hymenomycetes e Holobasidiomycetes, respectivamente.

Com o desenvolvimento das técnicas moleculares, a filogenia molecular passou a ser de suma importância para a classificação dos seres vivos, inclusive os fungos. Como resultado, a

classificação dos gasteromicetos sofreu e vem sofrendo profundas mudanças, como no trabalho de Hibbett et al. (1997) onde foram analisados representantes de sete famílias tradicionais totalizando nove espécies de gasteromicetos. Posteriormente, Hosaka et al. (2006), com base em análises de cinco genes, estabeleceram uma nova subclasse, Phallomycetidae Hosaka, Castellano et Spatafora, que representa o clado incluindo as tradicionais ordens Gomphales e Phallales. Ainda neste estudo os autores estabelecem duas novas ordens que integram a nova subclasse, Geastrales (que inclui a família Geastraceae) e Hysterangiales (incluindo as tradicionais ordens Hymenogastrales, Gautieriales e Melanogastrales). O ápice destas mudanças ocorreu com a atual classificação de Hibbet et al. (2007) baseada em dados moleculares. Bastante discutida, ela desconsidera a classe Gasteromycetes em definitivo, redistribui a maioria das famílias para as ordens Agaricales Underw e Boletales E.-J. Gilbert e incorpora a subdivisão Phallomycetidae com o restante dos representantes dos Gasteromycetes. Apesar disto, a quantidade de seqüências depositadas em bancos de dados, como o GenBank, continua escassa, principalmente quando se trata de espécies provenientes de regiões tropicais, como o Brasil, onde quase não existem estudos moleculares de espécies gasteroides (Silva et al. 2013; Baseia et al. 2014).

O local deste estudo corresponde a área da Chapada do Araripe que consiste em um planalto, com distribuição em três estados brasileiros (Ceará, Piauí e Pernambuco) e abriga três unidades de conservação: um parque geológico, uma área de preservação ambiental e uma floresta nacional. A Flona do Araripe, local onde foi realizada as coletas, é caracterizada por uma vegetação bastante diversificada com biomas de Cerradão, Caatinga (com uma floresta úmida inserida em seu interior) e Cerrado, o que torna esta chapada bastante peculiar. Sua rápida degradação bem como o quase total desconhecimento de sua micobiota caracteriza a necessidade urgente de estudos intensivos de sua diversidade, objetivo deste trabalho, que poderia culminar com estudos mais específicos, posteriores, que poderiam ser aplicados em diversos setores da população tais como agricultura e silvicultura (Trappe, 1962; Guzmán, 1970; Marx, 1975; Harley & Smith, 1983; Wicklow & Carroll, 1981; Siqueira & Franco, 1988), na produção de substâncias antibióticas e anti-tumorais (Burk & Fitzgerald, 1981; Okuda & Fujiwara, 1982; Jong & Donovick, 1989) e como comestíveis (Ramsbottom, 1923; Herrera & Guzmán, 1961; Liu, 1984; Yokomizo & Bononi, 1985). Em estudos anteriores sobre a diversidade dos gasteroides em áreas do Cerrado e Caatinga foram constatadas a presença de muitas espécies raras e outras novas para a ciência (Baseia & Milanez, 2000, 2001a, 2001b, 2001c, 2002a, 2002b, 2002c, 2002d; Baseia & Galvão 2002; Baseia, 2003; Baseia et al 2003, 2007).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Fungos Gasteroides

2.1.1. Morfologia Geral

2.1.1.1. Basidioma

Com respeito aos basidiomas gasteroides, o tamanho pode variar consideravelmente desde poucos milímetros (no gênero *Nia* R.T. Moore & Meyers encontram-se representantes com 0,5 mm de diâmetro) a 1,70 m de diâmetro em *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd. Possuem grande variação de cor e consistência e também considerável polimorfismo. Calonge (1998) cita sete formas conhecidas: esféricas, globosas (*Calvatia* Fr. e *Bovista* Pers.), estreladas (*Geastrum* Pers., *Astraeus* Morgan e *Myriostoma* Desv.), capitadas (*Tulostoma* Pers.), cupuladas (*Cyathus* Haller e *Crucibulum* Tul. & C. Tul.), falóide (*Phallus* Junius ex L., *Mutinus* Fr., *Lysurus* Fr.) e clatrado (*Clathrus* P. Micheli ex L., *Colus* Cavalier & Séchier, *Ileodictyon* Tul. Ex M. Raoul). Calonge (1998) ainda cita outras características para os basidiomas gasteroides que são a presença ou não de rizomorfa; desenvolvimento epígeo (basidioma acima do solo) ou hipógeo (abaixo do solo), no primeiro caso podendo ser ou não fortemente aderido ao solo.

Pegler et al. (1995) também comentam a respeito da elevada variação morfológica dos fungos gasteroides e os agrupa artificialmente com denominações comuns, de acordo com a forma: *bird's nest fungi* (para os fungos da família Nidulariaceae Dumort. que apresentam forma cupulada), *cannon fungi* (família Sphaerobolaceae J. Schröt. que apresentam forma de canhão), *stinkhorns* (Phallaceae Corda, de forma fálca), *cage fungi* (Clathraceae Chevall., para as formas clatradas), *stalk puffballs* (Tulostomataceae E. Fisch., para as formas globosas com estipe), *puffballs* e *earthballs* (Lycoperdaceae Chevall. e Sclerodermataceae Corda, para as formas globosas), *earthstars* (Geastraceae Corda, para as formas estreladas), *barometer earthstars* (Astraeaceae Zeller ex Jülich, para as formas estreladas que possuem um forte movimento higroscópico). Este agrupamento, embora sem valor taxonômico, ainda é muito utilizado por questões históricas e didáticas.

A nomenclatura adotada por Cunningham (1944) se refere aos basidiomas, com termos empregados na botânica para estruturas vegetais. Este tipo de denominação era uma prática comum na época, visto que os fungos eram considerados dentro do reino das plantas até a classificação de Whittaker (1969), quando finalmente passaram a compor um reino próprio. O termo perídio foi também utilizado por Cunningham (1944) para denominar o basidioma de muitas espécies e também foi utilizado por Lloyd (1906) e Brodie (1975, 1984) para descrever os basidiomas do gênero *Cyathus* Haller. Este termo, na morfologia dos fungos gasteroides, se refere a camada de

revestimento (veja no próximo item) o que gera ambiguidade quando se estuda estes organismos. Não obstante, nos últimos anos os trabalhos publicados vêm seguindo uma tendência em padronizar os termos. O termo mais comum citado na literatura para denotar o soma do fungo é ‘corpo de frutificação’, como é possível observar em Viégas (1945) e Miller & Miller (1988). Outros termos possíveis encontrados em literatura específica são carpóforo, esporocarpo (Miller & Miller, 1988) e basidiocarpo, este último foi citado por Liu (1984) em seus estudos sobre os Gasteromycetes da China. No entanto, dada a uma tendência cada vez maior da desvinculação dos fungos com o reino Plantae e também da necessidade de padronização é que existe uma tendência em se adotar basidioma como termo mais adequado para referir-se aos fungos Basidiomycetes e, conseqüentemente, aos gasteroides.

2.1.1.2. Macroestruturas

Para o estudo morfológico dos fungos gasteroides uma literatura indicada aos iniciantes é Miller & Miller (1988), que fornece descrições sucintas, chaves e ilustrações que permitem uma identificação até o nível genérico. Nesta obra, o perídio é caracterizado como sendo as camadas estéreis externas do basidioma. Pegler et al. (1995) mencionam que os basidiomas gasteroides são compostos de duas camadas (que o autor denomina de tecido): uma mais externa que seria o perídio e a mais interna que corresponde à gleba. Sabe-se que uma das características do reino fungi é o fato do fungo não ser capaz de formar tecidos verdadeiros e sim uma estrutura macroscópica que se assemelha muito com um tecido vegetal (parênquima). Então, para evitar qualquer homologia o termo mais indicado para referir ao tecido falso seria ‘pletênquima’. Isso não quer dizer que Pegler et al. (1995) e tantos outros pesquisadores (Lloyd, 1906; Brodie, 1975; Liu, 1984) estavam equivocados, o que existe aqui é apenas um problema de terminologia. Continuando com o estudo do perídio, Miller & Miller (1988) e Pegler et al. (1995) reconhecem tipos de perídio com três camadas apesar de em alguns táxons – como em *Sphaerobolus* Tode – existir um número ainda maior de camadas. Entretanto, na grande maioria das espécies encontramos de uma a três camadas compondo o perídio. Naturalmente, quando apenas uma camada é encontrada o termo perídio é suficiente para caracterizá-la, como menciona em seus estudos Miller & Miller (1988). De acordo com Pegler et al. (1995) e Calonge (1998), a maioria das espécies possui duas camadas e, por isso, dois termos são utilizados: exoperídio (para a camada mais externa) e endoperídio (para a camada mais interna).

Quando uma terceira camada está presente, normalmente se posiciona entre as duas anteriores e por isso recebe a denominação de mesoperídio que, de acordo com Pegler et al. (1995), é, frequentemente, gelatinizado. Em termos práticos, poucas espécies apresentam esta camada de consistência gelatinosa tanto que Miller & Miller (1988) não fazem qualquer referência a isto em

sua caracterização do perídio. Evidentemente, nem na biologia nem na micologia uma padronização ou uniformização será exata e sempre irão existir exceções. Um exemplo claro disso é o gênero *Sphaerobolus*, citado anteriormente, que possui cinco camadas no perídio. Miller & Miller (1988) ainda vão mais longe, mencionando que em Sclerodermatales G. Cunn. existe de uma a várias camadas peridiaias. Calonge (1998) ainda ressalta que cada uma destas camadas pode diferenciar-se em várias outras. Esta diferenciação pode ser muito bem observada em *Geastrum javanicum* Lév. (Figura 1).



Figura 1. *Geastrum javanicum*. Exoperídio diferenciado em mais de uma camada (Foto e adaptação de Barbosa, M.M.B.)

O perídio assume uma grande importância na taxonomia visto que é utilizado de diversas formas como critério de identificação. Calonge (1998) confirma esta afirmativa quando menciona que a forma da deiscência do perídio é um importante critério taxonômico citando vários exemplos: como em *Myriostoma coliforme* (Dicks.) Corda, cuja principal característica é a presença de vários ostíolos; em *Langermannia* Rostk., cujo perídio é totalmente degradado com a maturidade; em *Calvatia* Fr., onde a degradação é parcial até a metade superior; ou curiosamente como ocorre em *Disciseda* Czern., cujo ostíolo é formado na região basal. Além da deiscência do perídio, sua ornamentação assume importante papel na taxonomia de muitos táxons. Miller & Miller (1988) listam alguns exemplos de ornamentação como fimbrias afiladas, coniventes e duplamente coniventes, verrugas piramidais podendo ser truncadas ou truncadas com tufo de fimbrias no ápice.

No gênero *Lycoperdon* Pers. esta ornamentação assume um importante critério taxonômico para o qual, inclusive, Demoulin (1976) propôs uma chave somente para espécies com exoperídio setoso.

O pletênquima interno do basidioma gasteroide pode ser formado unicamente pela gleba (Figura 2A) ou ainda estar dividida em duas porções (Figura 2B): gleba e subgleba. Em termos práticos, a gleba corresponde ao himênio do basidioma. Embora Dring (1973), em sua classificação dos fungos gasteroide, tenha colocado como critério de identificação a presença ou ausência do himênio é necessária uma concisa definição do termo para que se possa entender a relação gleba-himênio. Fidalgo & Fidalgo (1967) e Guerrero & Silveira (2003) definem o himênio como sendo um estrato fértil formado, principalmente, por basídios ou ascos podendo haver estruturas estéreis. Por outro lado, Kirk et al. (2008) define como uma camada onde se encontram os esporos de um basidioma. Em um fungo gasteroide, uma camada (onde supostamente os basídios e esporos deveriam estar) não necessariamente estará bem definida mas os elementos férteis que a compõem estão presentes, sendo que os basídios colapsam antes da maturidade. Para endossar esta afirmativa, Calonge (1998), define a gleba como sendo a parte interna que contém os elementos férteis.

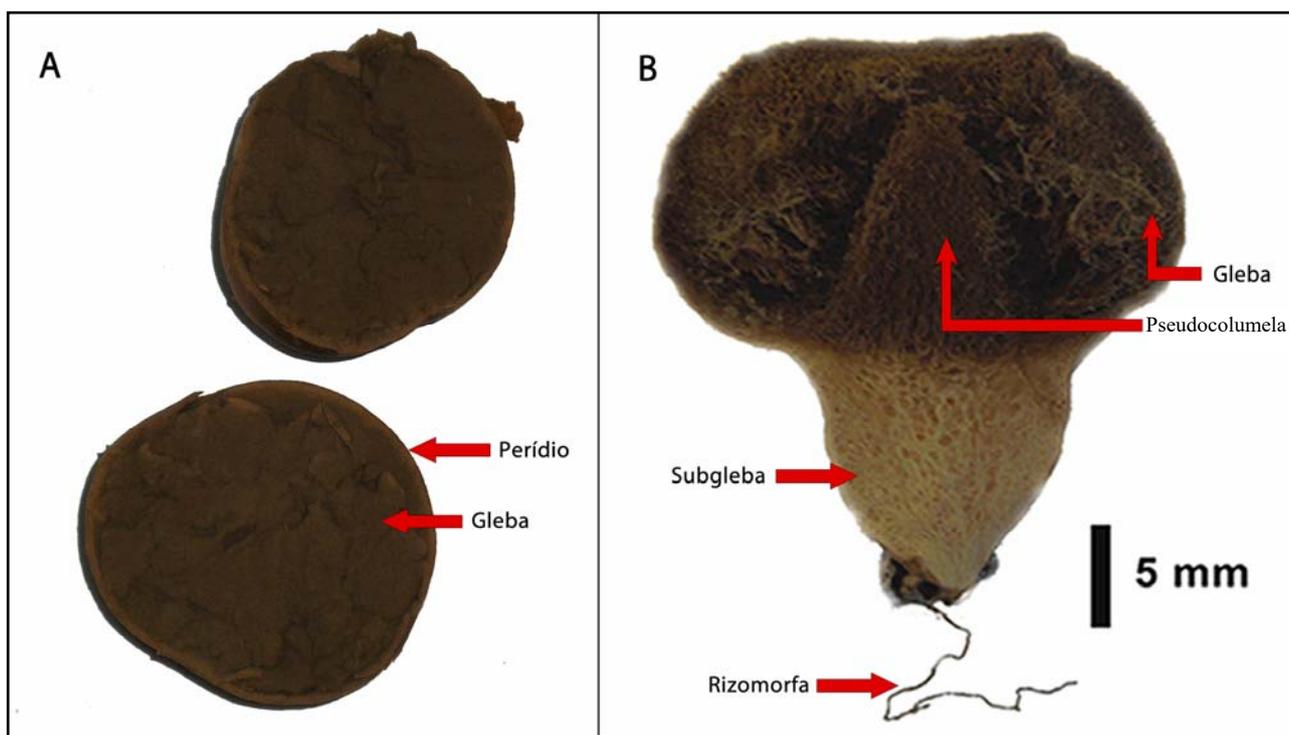


Figura 2. Secção de basidiomas gasteroide. A. *Calvatia bicolor*, mostrando porção interna do basidioma preenchido unicamente pela gleba (Foto de Barbosa, M. M. B.); B. *Morganella compacta*, mostrando gleba, subgleba, pseudocolumela e rizomorfa (Adaptado de Barbosa et al., 2011).

A subgleba (Figura 2B) pode estar presente em muitas espécies de Lycoperdaceae, localizada abaixo da gleba, e constitui um importante caráter de identificação em nível de gênero e espécie. De acordo com Calonge (1998), a subgleba pode ser compacta ou celular, sendo que normalmente não existe uma delimitação entre a gleba e a subgleba. Uma exceção a esta condição é

encontrada nas espécies do gênero *Vascellum* F. Šmarda, que possuem como característica chave a presença de uma membrana bem desenvolvida, denominada diafragma, que delimita estas duas porções internas. Em algumas espécies, uma estrutura denominada pseudocolumela (Figura 2B) pode estar presente. De acordo com Calonge (1998), a pseudocolumela é uma porção estéril que se posiciona em um eixo central penetrando até a gleba. O basidioma ainda pode possuir um estipe verdadeiro ou pseudo-estipe. Ainda de acordo com Calonge (1998), o pseudo-estipe consiste de uma massa esponjosa formada por hifas que não estão orientadas de forma paralela ao eixo. Um bom exemplo de pseudo-estipe encontra-se em *Phallus indusiatus* Vent. (Figura 3A). O estipe verdadeiro (Figura 3B) pode ser encontrado em espécies de Tulostomatales Demoulin como *Tulostoma* Pers.; neste caso, as hifas estão dispostas de forma paralela ao eixo.

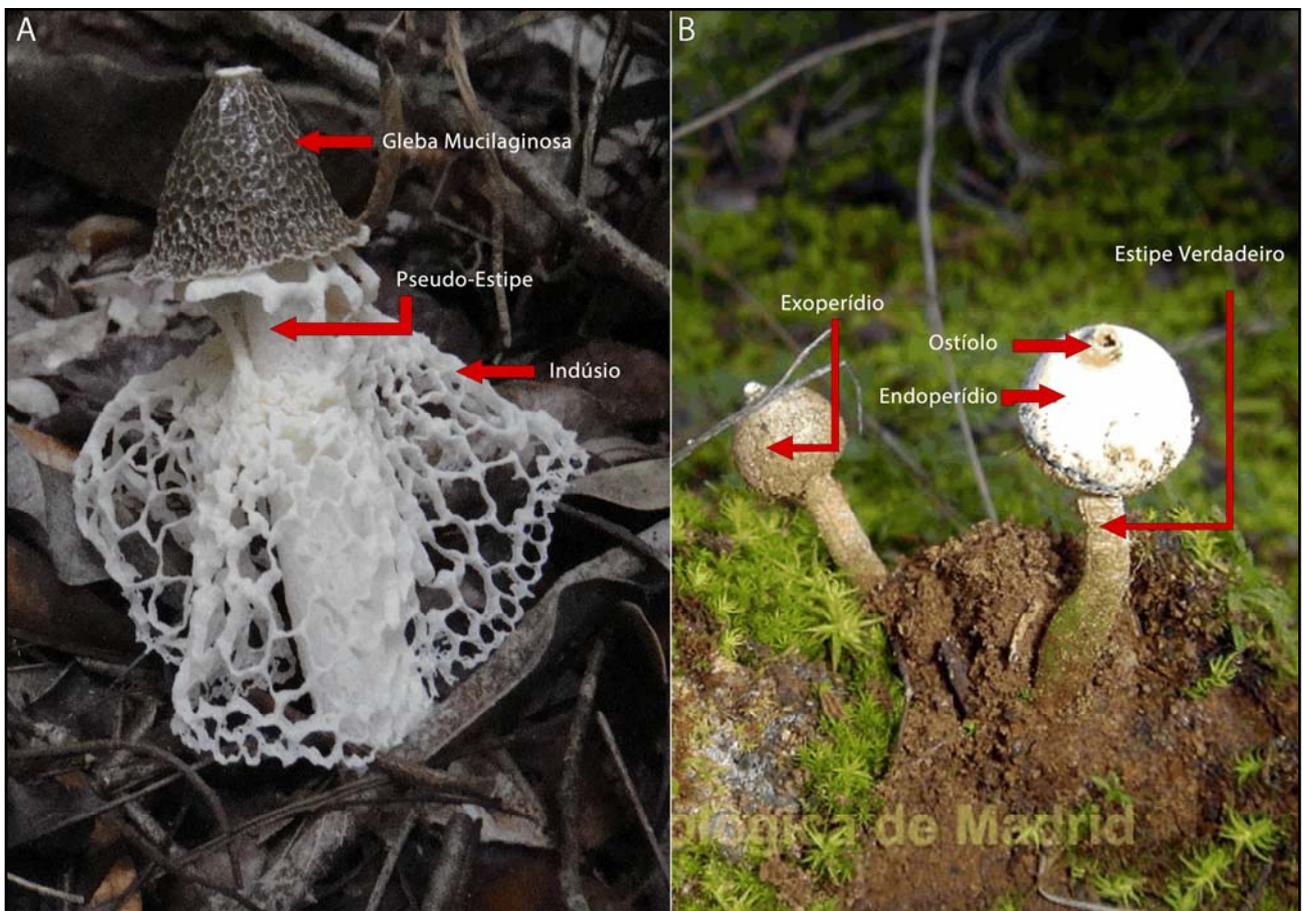


Figura 3. *Phallus indusiatus*, destacando o pseudo-estipe (Foto de Baseia, I.G); *Tulostoma brumale*, destacando o estipe verdadeiro (Foto de Moreno, A.).

2.1.1.3. Microestruturas

Em fungos gasteroides, as principais microestruturas de importância taxonômica são os esporos e o capilício. Em alguns táxons são utilizados outros critérios em adição aos citados anteriormente, como por exemplo, elatérios em alguns Tulostomatales (Ex.: *Battarrea*), esferocistos em várias espécies de Lycoperdaceae, microestruturas do endoperídio em *Geastrum*, entre outras estruturas não citadas aqui. No entanto, o principal critério para identificação ao nível específico são os esporos, seguido do capilício.

De acordo com Miller & Miller (1988), os esporos dos gasteromicetos são ortotróficos e simétricos. Isso significa dizer que estes fungos possuem estatimiosporos, ou seja, quando não há mecanismo de liberação ativa dos esporos, sendo que a dispersão nestes casos, depende do meio externo. Por outro lado, os fungos balistosporicos, são aqueles que possuem liberação ativa dos esporos, a qual é promovida pela presença do apêndice hilar, como muitas espécies da família Agaricaceae Chevall. Em termos práticos, Miller & Miller (1988) colocam ortotróficos como sendo os esporos que se desenvolvem no ápice do esterigma, enquanto que os heterotróficos, devido a presença do apêndice hilar, não se dispõem no ápice e sim lateralmente.

A ornamentação presente no exospório ou ectospório é, geralmente, característica de cada espécie, funcionando como um tipo de impressão digital. Miller & Miller (1988) ressaltam que no desenvolvimento dos esporos a parede sintetizada pelo basídio pode ser formada por uma camada (perispório) ou duas camadas (ectospório para a mais externa e perispório para a mais interna). Posteriormente, o esporo pode sintetizar mais três camadas entre as duas anteriormente citadas: a mais externa denominada exospório, uma mais interna conhecida como endospório e a que fica entre estas duas, chamada de episório. Calonge (1998) vai mais longe ressaltando a formação das três camadas citadas anteriormente e destacando as representantes de Lycoperdales com um endospório espesso e um exospório bem desenvolvido resultando na ornamentação dos esporos (espinhosos, verrucosos, reticulados, etc.) que é um dos critérios taxonômicos mais utilizados na identificação destes fungos.

Por não possuir nenhum mecanismo de liberação ativa dos esporos, as diversas espécies gasteroides desenvolveram curiosos mecanismos para que o processo de dispersão seja otimizado. É possível separar pelo menos quatro mecanismos: adesivo (Figura 4A), fole (Figura 4B), descarga em grande massa (Figura 4C) e percussão (Figura 4D). Existem ainda espécies hipógeas que dependem de roedores para que os esporos sejam dispersos, desta forma produzem basidiomas que exalam odores que atraem estes agentes dispersores.

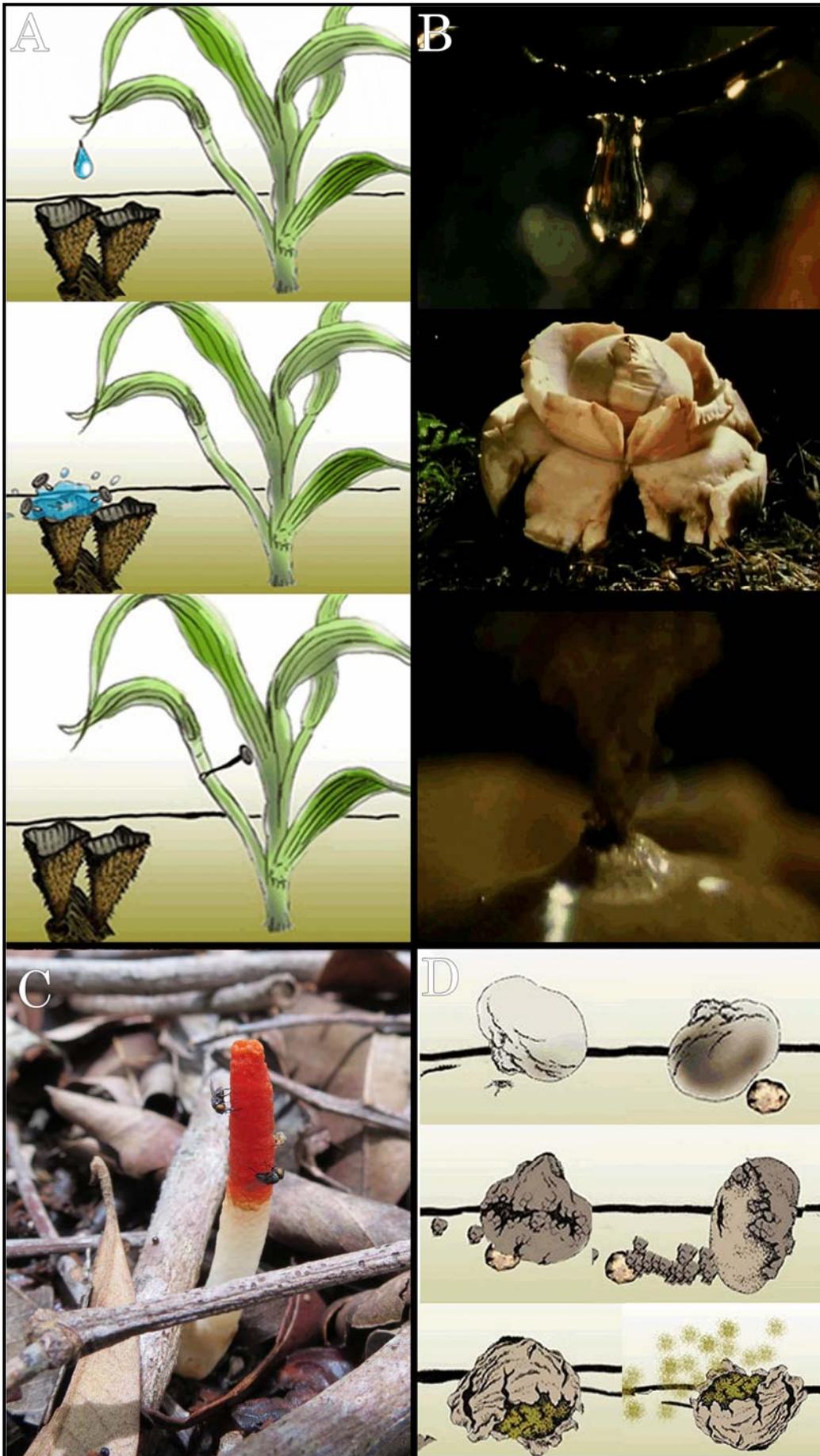


Figura 4. Mecanismos de Dispersão. A. Descarga em Grande Massa (Esquema de Cruz, RHSF); B. Fole (Fonte: BBC); C. Adesivo (Foto de Barbosa, MMB); D. Percussão (Esquema de Cruz, RHSF).

O basídio não é uma estrutura muito utilizada na taxonomia desses fungos, seja pela pouca variabilidade, seja pelo pouco conhecimento acerca dela nos fungos gasteroides. Na realidade não existem muitos trabalhos focando o estudo dos basídios nos gasteromycetes e os poucos encontrados envolvem um grupo particular de gasteroides e não o seu conjunto, até mesmo porque são muito diversificados pela natureza polifilética deste grupo artificial. Martin (1927) realizou um estudo morfológico de basídios e esporos com cinco espécies de Nidulariaceae. Um outro estudo com basídios em dois gêneros, *Mycocalia* J.T. Palmer e *Scleroderma* Pers., foi desenvolvido por Reijnders (1999). Neste trabalho o autor tinha por objetivo observar a ontogenia das espécies alvo a partir de basídios metamorfoseados. Sobre o basídio, um importante trabalho a citar é o de Martin (1938) no qual foi desenvolvido um estudo morfológico acerca desta estrutura. De forma geral, os basídios em gasteromycetes são variáveis em sua forma. No entanto, todos eles são unicelulares e, por isso, recebem a denotação de holobasídios. São do tipo plectobasídio e, portanto, sem liberação ativa dos esporos. Miller & Miller (1988) fornecem maiores detalhes sobre esta estrutura.

O capilício é formado por hifas esqueléteas comumente encontradas na gleba de muitas espécies e possuem grande valor taxonômico. Na verdade, no interior da gleba é possível encontrar dois tipos estruturais de hifas esqueléteas, como ressaltado por Miller & Miller (1988): capilício verdadeiro ou eucapilício e paracapilício. Ainda de acordo com estes autores, o capilício verdadeiro é cianofílico enquanto que o paracapilício não.

Na verdade, quando feita a reação de cianofilia, os paracapilícios são os primeiros a corar enquanto que os capilícios verdadeiros permanecem intactos, mas depois de um certo tempo esta condição se inverte e o capilício verdadeiro (Figura 5A) cora enquanto o paracapilício (Figura 5B) perde a coloração. De acordo com Kreisel & Dring (1967), para reconhecer os paracapilícios em uma espécie deve-se retirar uma pequena porção da gleba e montar em uma lâmina com lactofenol-azul-de-algodão e, imediatamente após a montagem, observar em uma objetiva de 10X se a reação foi positiva (paracapilício) ou negativa (capilícios verdadeiros). Após um certo tempo (cerca de 30 s) a reação se inverterá evidenciando a verdadeira reação de cianofilia relatada por Kotlaba & Pouzar (1964). Uma forma mais segura de constatar a presença do paracapilício é a reação de calcofluorescência detalhadamente descrita por Suarez & Wright (1996).

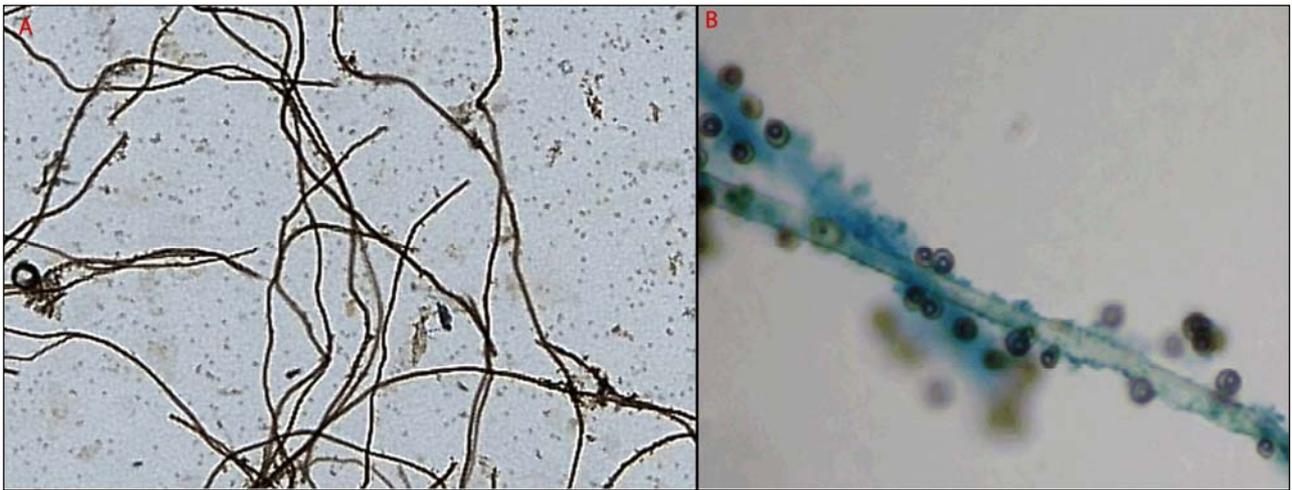


Figura 5. A. Eu-capilícios de *Lycoperdon perlatum* (Foto de Barbosa, M.M.B.; B. Paracapilício corado com azul de algodão (Extraído de Bates et al. 2009)

Existem ainda outras microestruturas presentes em algumas espécies de fungos gasteroides. Miller & Miller (1988) relatam a existência de elementos dos capilícios na gleba de *Battarrea* Pers. e *Battarreoides* T. Herrera denominados elatérios (Figura 6), que são elementos livres ou solitárias que atingem de 30 a 130 μm de comprimento, afunilados em ambas as extremidades, apresentando faixas espirais espessas na maturidade. É um importante caráter na taxonomia destes gêneros.

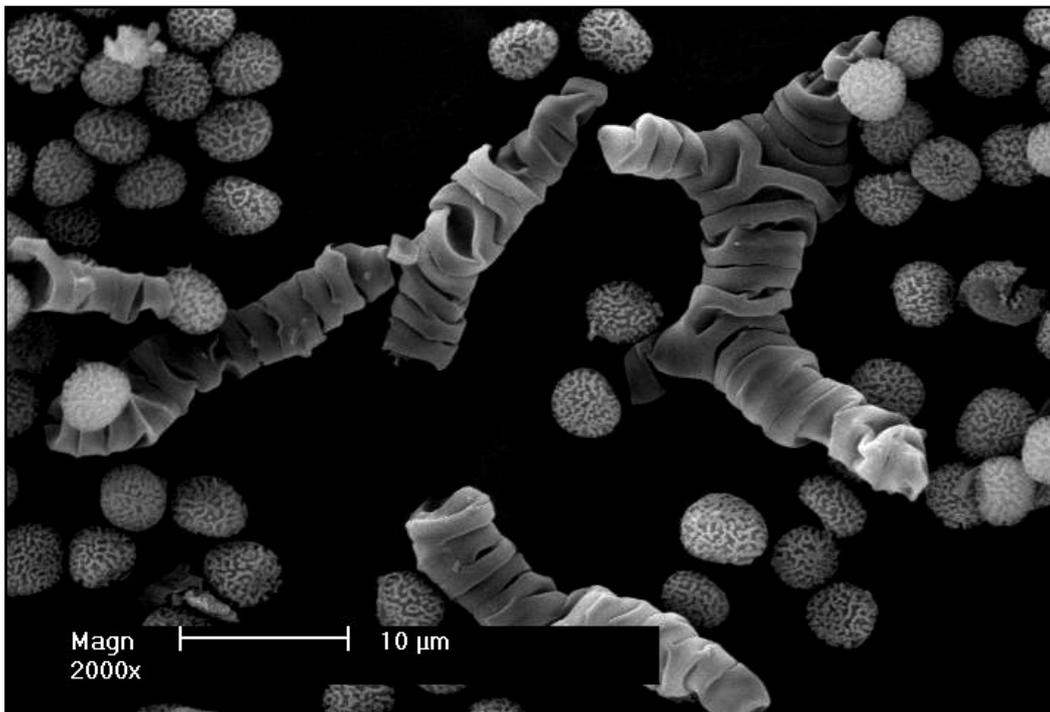


Figura 6. Elatérios presente em *Battarrea phalloides* (Foto de Baseia, I.G.)

Na família Lycoperdaceae, os capilícios assumem um importante papel taxonômico. Kreisel (1967) em seus estudos sobre os “puffballs”, percebeu que algumas espécies tinham características peculiares nos capilícios e propôs uma divisão em três tipos estruturais: tipo *Lycoperdon* (Figura 7A), tipo Intermédio (Figura 7B) e tipo *Bovista* (Figura 7C). O primeiro é caracterizado por

filamentos não ramificados ou muito pouco ramificados e com extremidades não pontiagudas; o segundo não apresenta um ramo central mas vários ramos de onde podem partir ramificações dicotômicas enquanto que o terceiro apresenta um ramo central que é bem espesso de onde partem diversas ramificações que, frequentemente, terminam em extremidades pontiagudas.

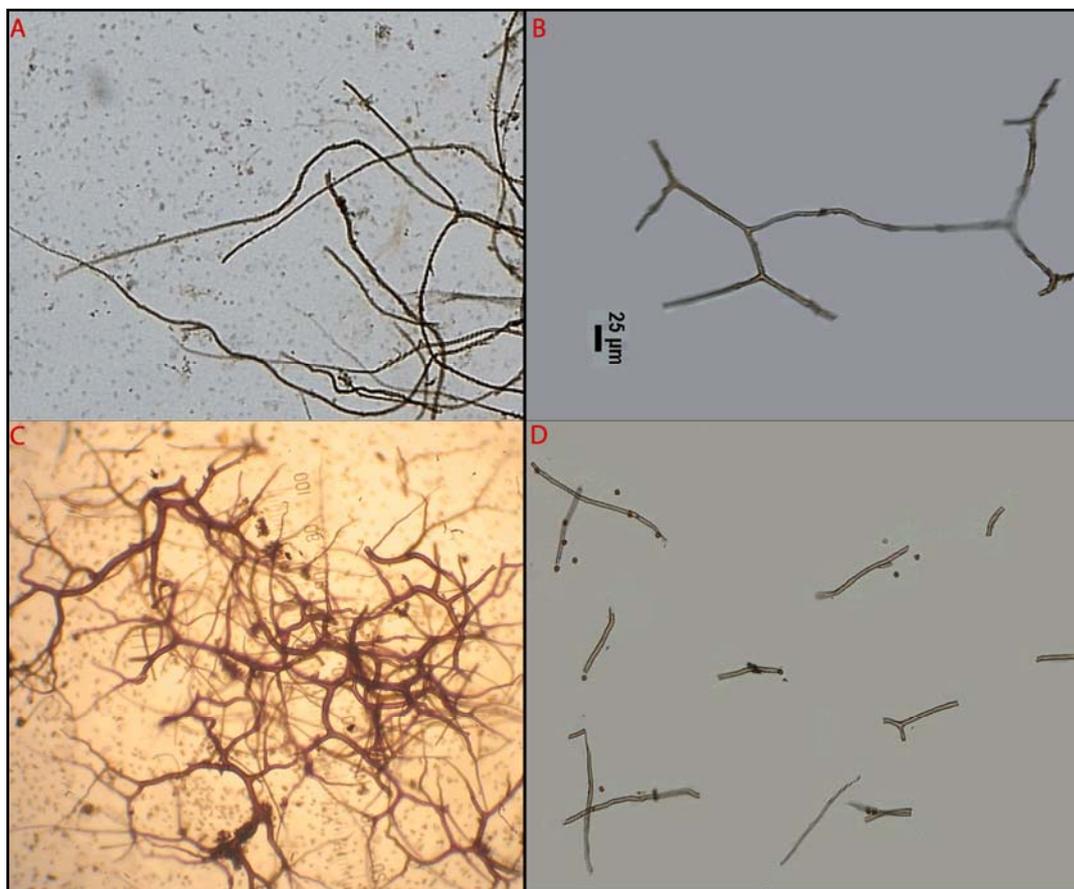


Figura 7. Tipos de Capilício. A. Tipo *Lycoperdon*; B. Tipo Intermédio; C. Tipo *Bovista*; D. Tipo *Calvatia*.

Muitas vezes é complicado distinguir entre um tipo e outro, principalmente, quando se trata do tipo *Lycoperdon* e intermediário pois dependendo do zoom aplicado (a qual depende da objetiva), como por exemplo na objetiva de 40, seria possível analisar apenas parte do capilício e, assim, não poderíamos observar as ramificações que é imprescindível na determinação do tipo do capilício. Para facilitar esta observação, é mais conveniente utilizar as objetivas menores do microscópio, com as quais é possível observar o capilício de forma panorâmica. Este tipo de classificação não abrange todas as espécies e, por este motivo, Krüger et al. (2001) adicionaram outros dois tipos: *Calvatia* Fr., com septos verdadeiros e fragmentando-se na altura do septo (Figura 7D); e *Mycenastrum* Desv., que possui a parede espinhosa (Figura 8).

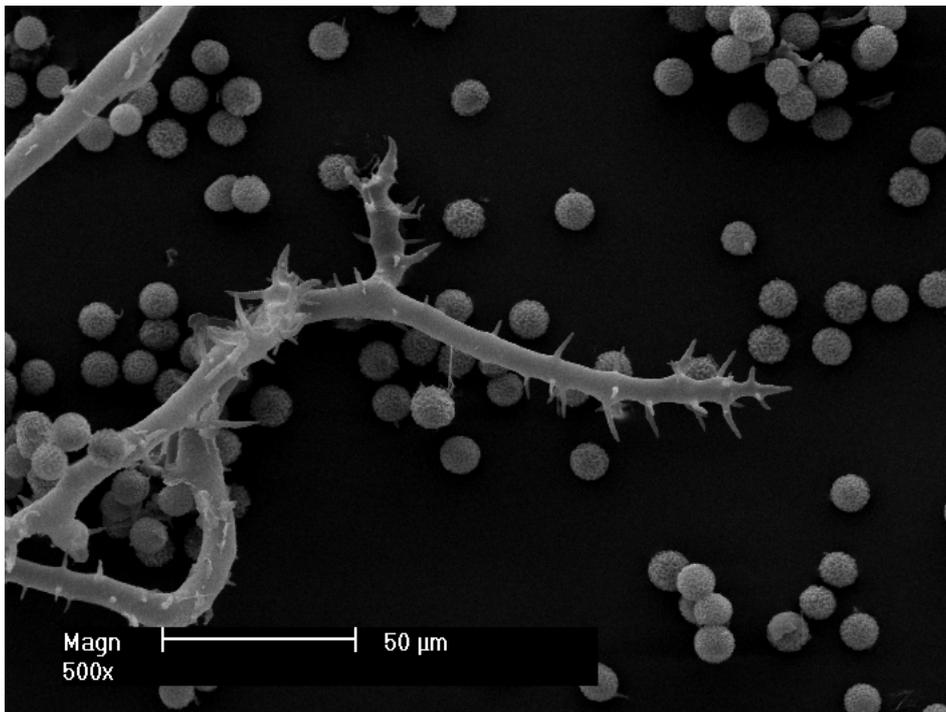


Figura 8. Capilício espinhoso de *Mycenastrum corium* (Foto de Baseia, I.G.)

2.1.2. Histórico e Classificação

Este grupo de fungos foi marcado durante muito tempo por duas características: desenvolvimento angiocárpico e liberação passiva de esporos, que caracterizava os representantes da classe denominada por Fries (1821) de *Gasteromycetes*. De acordo com este autor a classe se caracteriza por basidiomas fechados cujo interior continha a porção fértil. É curioso ressaltar que, 20 anos antes, Persoon (1801) sugeria a criação de uma classe denominada *Angiocarpi* com muitas das características relatadas por Fries (1821).

Naturalmente, uma classe com uma caracterização tão superficial levaria a união de diversos fungos não relacionados entre si como representantes de Myxomycota, Zygomycota e Ascomycota. No entanto, é preciso compreender que nesta época o microscópio não era uma ferramenta muito utilizada e, portanto, características, que hoje são importantes na taxonomia, eram impossíveis de se observar. Para o estudo científico deste grupo, o Código Internacional de Nomenclatura Botânica estabeleceu como ponto de partida o trabalho de Persoon (1801), apesar de sabermos que antes deste trabalho os fungos gasteroides eram citados e, até mesmo ilustrados como, por exemplo, nas obras de Linnaeus (1735), Bryant (1782), Bolton (1788) e Woodward (1794), sendo que um estudo realmente crítico dos fungos gasteroides só é observado a partir de Persoon (1801).

Os trabalhos de Fries (1821) e Persoon (1801) esboçaram o que viria a ser a classe *Gasteromycetes* e, então, um importante passo foi dado por Berkeley (1839) com a descoberta de que os *Gasteromycetes* possuíam “esporidia” (esporos) no que ele chamou de “espículas” (provavelmente esterigmas) comparáveis aos *Hymenomycetes*, chegando a conclusão de que os

Gasteromycetes deveriam ser alocados em Basidiomycetes, no entanto, este fato passou despercebido durante um período, como relata Cunningham (1944). A primeira revisão do sistema de Fries foi desenvolvido por Berkeley (1860), quando apenas os Gasteromycetes verdadeiros foram mantidos enquanto que os representantes de outras classes (Ascomycota e Zygomycota) foram excluídos. Apenas os Myxomycetes foram mantidos juntamente com os gasteroides, o que é natural visto que o conceito deste grupo seria formado com o trabalho de Bary (1864).

Posteriormente, alguns trabalhos foram publicados sugerindo algumas alterações quando Fischer (1900), reconhecendo 62 gêneros, propôs uma classificação mais completa para os gasteroides tentando, apesar de poucos dados, alocar os grupos de forma natural tendo como principais critérios a estrutura do basídio e o desenvolvimento do himênio. Esta foi, talvez, a primeira tentativa de construir uma classificação natural para os gasteroides. Fischer (1933), após uma revisão do trabalho anterior, reconheceu 103 gêneros e alterou profundamente a classificação, principalmente, na ordem Hymenogastrales. A partir deste momento, vários trabalhos foram publicados (Lloyd, 1902; Gäumann, 1926; Lohwag, 1926; Spegazzini, 1927; Coker & Couch, 1928; Dodge, 1928; Cunningham, 1944; Bottomley, 1948; Zeller, 1948, 1949; Ahmad, 1952; Dennis, 1953; Eckblad, 1955; Garner, 1956; Pilát, 1958; Dissing & Lange, 1962; Dring, 1964; Palmer, 1968; Demoulin, 1968, 1969; Homrich, 1969) alterando apenas sutilmente a construção das cinco ordens gasteroides tradicionais (Lycoperdales, Phallales, Nidulariales, Sclerodermatales e Hymenogastrales).

Uma grande contribuição ao estudo dos fungos gasteroides foi dada por Dring (1973), que aceitou nove ordens (Podaxales, Hymenogastrales, Melanogastrales, Gautieriales, Sclerodermatales, Lycoperdales, Phallales, Nidulariales e Tulostomatales) dentro da classe, utilizando como principais critérios a presença ou não do himênio, bem como, a característica da gleba. A questão do himênio em gasteromicetos já foi discutida anteriormente, mas trata-se de uma estrutura muito complicada de observar devido a necessidade de se examinar basidiomas jovens para se chegar a uma conclusão. Além disso, o termo himênio nem sempre foi bem definido, levando a conclusões errôneas. A característica da gleba é um caráter que até hoje é utilizado na classificação dos gasteroides.

Em seguida, alguns autores (Demoulin & Marriot, 1981; Miller & Miller, 1988; Jülich, 1989) publicaram estudos com construções semelhantes a de Dring (1973) alterando apenas algumas poucas ordens. Alexopoulos et al. (1995) reconheceram apenas cinco ordens (Lycoperdales, Phallales, Nidulariales, Sclerodermatales e Tulostomatales), mais um grupo informal formado pelas falsas trufas e pelos fungos secotiídes. Os autores seguiram uma tendência em manter apenas os gasteroides verdadeiros enquanto que outras espécies, mais relacionadas com os Agaricales ficaram separadas da classe. Esta tendência é mantida no principal trabalho que

surgiu na década de 90. Calonge (1998) segue o conceito amplo de Gasteromycetes proposto por Hawksworth et al. (1995), mas dentro da concepção taxonômica de Jülich (1989). Assim, o autor considera apenas os Gasteromycetes verdadeiros (Lycoperdales, Nidulariales, Tulostomatales, Phallales e Sclerodermatales).

A tentativa de uma classificação natural sempre foi muito complicada e nunca concretizada e muitos autores sempre contestaram a integridade da classe, levando a algumas teorias sobre as relações com outros grupos de Basidiomycetes e também entre os próprios representantes gasteroides. Dring (1973) já suspeitava da característica polifilética dos Gasteromycetes, embora não deixe claro em sua obra. Em Miller & Miller (1988) já se observa a tendência em tratar a classe como polifilética, visto que a única característica que unia todos os representantes era o desenvolvimento angiocárpico. Um outro ponto que demonstra esta tendência é a separação de vários grupos que antes eram considerados formalmente nos Gasteromycetes (Loculados, Secotioides e Agaricoides). Já Pegler et al. (1995) são mais ousados ao tratar a classe como artificial e sugerindo o nome ‘fungos gasteroides’. A partir deste momento, muitos autores adotaram esta terminologia embora alguns poucos preferiram manter a classe.

Mas foi com os estudos moleculares que a questão da polifilia do grupo passou a ser melhor elucidada. O trabalho pioneiro em estudos moleculares é o de Bruns et al. (1989) que, com análises do DNA mitocondrial, demonstraram relações muito próximas entre as falsas trufas (gênero *Rhizopogon* Fr.) e os representantes do gênero *Suillus*. Este foi, talvez, o primeiro fato genético de que os Gasteromycetes constituíam um grupo polifilético. Posteriormente, Pine & Muller (1993), seguindo com os estudos das relações moleculares entre as falsas trufas e outros representantes analisaram a região ribossômica do DNA utilizando representantes de *Hydnangium*, *Laccaria*, e *Podohydangium*. Neste estudo foi constatado que *Hydnangium* e *Podohydangium* são grupos irmãos de *Laccaria*, condizendo com a hipótese de que a morfologia dos basidiosporos evoluiu mais lentamente que os caracteres macro morfológicos em Agaricales e Gasteromycetes. Estes estudos, embora pioneiros, não abrangem os fungos gasteroides como um todo, mas forneceram subsídios necessários para que outros trabalhos com dados moleculares passassem a incluir estes fungos.

Um importante trabalho no campo da filogenia de fungos gasteroides foi publicado por Hibbett et al. (1997). Neste estudo, para compreender melhor as relações evolutivas entre representantes de Agaricales e *puffballs* foram analisadas sequências de DNA codificadoras de RNA ribossômico e da mitocôndria de nove espécies gasteroides. Os autores, então, constataram que as espécies gasteroides analisadas correspondem a pelo menos quatro linhagens evolutivas separadas destacando-se aqui Lycoperdaceae, Tulostomataceae e Nidulariaceae que, juntamente com a família Agaricaceae, compõem o clado Eugarico e, conseqüentemente, propuzeram o

remanejamento destas famílias para Agaricaceae. Além destes dados, o trabalho também aponta que Geastrales compõe uma linhagem bem distante das demais. No trabalho de Krüger et al. (2001), observa-se novamente a linhagem Eugarico para os representantes de Lycoperdaceae enquanto que Geastrales e Phallales permanecem inalterados devido à ausência de dados mais concludentes, não obstante, está claro que estas duas ordens pertencem a uma linhagem relativamente distante dos demais fungos gasteroides.

Foi somente com o trabalho de Hosaka et al. (2006) que a questão da linhagem de Geastrales e Phallales passou a ser mais esclarecida. Neste trabalho, muitos genes foram analisados (DNA ribossomal, DNA mitocondrial, ATP6, RPB2, EF-1 α) e mais espécies gasteroides foram incorporadas na análise (*Gautieria*, *Hysterangium*, *Ramaria*, *Geastrum*, *Phallogaster* e vários outros gêneros) resultando em um estudo mais consistente em nível molecular. Como resultado foi estabelecida uma nova subclasse (Phallomycetidae) onde a linhagem evolutiva para *Geastrum* e *Phallus* foi esclarecida no clado *gomphoid-phalloid*. O ápice destas mudanças ocorreu com Hibbett et al. (2007) que propuseram uma nova classificação para os fungos baseada em dados moleculares. Nesta proposta, a classe Gasteromycetes é desconsiderada e seus diversos representantes foram remanejados para outros grupos como Agaricales, Boletales, Phallomycetidae e outros.

As análises filogenéticas deram à sistemática uma ferramenta a mais para entender melhor as relações entre as diversas linhagens de gasteroides. No entanto, estes estudos analisaram apenas algumas poucas espécies gasteroides dentre numerosas outras espécies e muitas delas são oriundas de regiões temperadas em detrimento de táxons provenientes de regiões tropicais. Um outro ponto negativo é que os estudos moleculares, frequentemente, envolvem a análise de um a três genes o que talvez não seja suficiente para uma conclusão mais precisa. A maioria dos trabalhos utilizou a região do DNA que codifica a grande subunidade ribossomal (LSU) que é, ao longo da história evolutiva, bem conservada, o que facilitaria tais conclusões, entretanto, para uma análise mais consistente seria interessante um estudo do maior número possível de espécies (temperadas e tropicais) incluindo uma maior quantidade possível de regiões genômicas distintas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de coleta

A Floresta Nacional do Araripe-Apodi foi criada em 02 de Maio de 1946 sob o Decreto-Lei Nº 9.226. Consiste na primeira Floresta Nacional criada no Brasil em uma época em que poucas Unidades de Conservação existiam. Possui uma área de 38.262,3261 hectares abrangendo os municípios de Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri, todos no Estado do Ceará (Figura 1).



Figura 1. Localização da Floresta Nacional do Araripe-Apodi no Estado do Ceará, Brasil.

Localiza-se na posição geográfica S 07°11'42" (extremo setentrional), S 07°28'38" (extremo meridional), W 039°13'28" (extremo oriental) e W 039°36'33" (extremo ocidental) (Toniolo & Kazmierczak, 1998 *apud* IBAMA/ACB, 2004). A parte norte da flona está limitada pelo paredão da chapada além de possuir cerca de arame farpado. Cavalcanti & Lopes (1994, *apud* IBAMA/ACB, 2004) caracterizam o clima da referida área como sendo Aw, ou seja, clima tropical chuvoso com temperatura média do mês mais frio maior ou igual a 18°C e com precipitação do mês mais seco menor que 30 mm. Possui uma média de pluviosidade de 1055,4 mm anuais com chuvas concentradas de Janeiro a Abril (Tabela 1). A temperatura oscila entre 15° e 35°C.

Tabela 1: Dados de Precipitação Pluviométrica (mm) obtidos para o posto de observação Crato, no período de 2005 a 2014 (Fonte: Funcene 2014)

MÊS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	MEDIA MENSAL
JAN	164,4	14,9	75,4	251,7	60,4	293,1	392,8	59,3	165,1	60,5	153,7
FEV	127,2	295,8	330,8	307,2	89,8	103,7	331,4	158,1	85,6	301,6	213,1
MAR	418,5	261,2	117,1	531	182,6	134,2	192,4	298,4	288,2	313,2	273,7
ABR	90,1	381	241	128,6	452	115,6	133,4	84,1	80,2	186,4	189,2
MAI	109,2	56,4	38,8	49,6	253,3	31,4	88	12,7	81,5	35,4	75,6
JUN	9,1	34,4	2,4	5	1,5	40	0	9,2	126,4	3	23,1
JUL	12,4	11,4	0	4,8	52,5	18	3	0	17,4	16,2	13,6
AGO	0	0	0	9,4	0	0	12,6	0	0	0	2,2
SET	0	0	3,4	0	2,5	0	0	0	0	1,6	0,7
OUT	0	4	3	0	5,5	7,7	128	0	1,2	0	14,9
NOV	0	31,4	19	0	12,5	0	63	7,2	44	0	17,7
DEZ	143	97,4	122,4	0	37,4	193,6	29,6	56,4	97	0	77,7
TOTAL ANUAL	1073,9	1187,9	953,3	1287,3	1150	937,3	1374,2	685,4	986,6	917,9	1055,4

A FLONA do Araripe localiza-se especificamente no platô da Chapada (que leva o mesmo nome) nos limites da bacia do Jaguaribe e São Francisco. Assim, apresenta um relevo tabular com alturas que chegam aos 950 m (Figura 2).

De acordo com o DNPM (1996, *apud* IBAMA/ACB, 2004), a FLONA é constituída por arenitos de formação EXU caracterizados por uma boa uniformidade sendo arenoso e permeável. A vegetação nativa é densa de médio a grande porte representada por um complexo de fisionomias. Ao longo da história, a unidade de conservação foi alvo de desmatamento e degradação por parte de agricultores e pecuaristas que utilizavam a área para cultivo, principalmente de mandioca, e para produção de gado. Os tipos de solos que Flona do Araripe possui são das classes Latossol Amarelo e Latossol Vermelho-Amarelo. Ambos possuem baixa fertilidade natural, acidez e presença de alumínio (Filho et al. 2001).

A área da FLONA (Figura 2) possui, pelo menos, 4 tipos de vegetação: Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular (Mata Úmida Serrana), Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão), Cerrado e Carrasco. Além destas fisionomias, algumas áreas da Unidade de Conservação são formadas por matas secundárias e por regiões sem cobertura florestal. O plano de manejo (IBAMA/ACB, 2004) aponta a Mata Úmida em 12% da área total, sendo esta caracterizada por uma vegetação densa e lenhosa de médio porte tendo como principais representantes da flora, de acordo com Filho et al. (2001), as espécies *Tabebuia caraiba* Bur. (craíba), *Simaruba amara* Aubl. (paraíba), *Ocotea* sp. (louro), *Byrsonima sericea* DC. (murici), *Dimorphandra gardneriana* Tul. (faveira), *Copaiba nitida* Mart. (pau d'óleo) e *Caryocar coriaceum* Wittm. (pequi).

O Cerrado e o Cerradão compõe a maior parte da FLONA a qual, de acordo com o plano de manejo, totalizam quase 80% da área total. Coutinho (2006) afirma que o Cerrado *sensu lato* não tem somente uma fisionomia, pelo contrário, é possível reconhecer três: a campestre, a savânica e a florestal (esta última representada pelo Cerradão) constituindo, portanto, o que o autor chamou de

complexo de biomas. Ainda de acordo com Coutinho (2006), o Cerrado, sob ponto de vista fitofisionômico, pode ser considerado como um bioma de savana visto que o mesmo, em sua maior parte, é formado por este tipo de vegetação.



Figura 2. Floresta Nacional do Araripe-Apodi – Ceará, Brasil.

Considerando o Cerrado no *sensu stricto*, Fernandes & Bezerra (1990, *apud* Filho et al. 2001) diferenciam o mesmo do Cerradão e afirmam que o primeiro se caracteriza por uma vegetação herbácea formada, em sua maioria, por gramíneas, podendo ser perenifólias e subperenifólias ou, até mesmo, caducifólias; já o Cerradão possui uma característica florestal mas que se diferencia das florestas pela fisionomia e estrutura além da composição florística. Em seus estudos sobre a fisionomia da FLONA do Araripe, Filho et al. (2001) constataram que o Cerrado e Cerradão possuem uma fisionomia muito próxima diferenciando-se apenas na composição florística. O plano de manejo da FLONA (IBAMA/ACB, 2004) cita como principais espécies presentes no Cerrado: *Caryocar coriaceum*, *Parkia platycephala* Benth. (visgueiro), *Anacardium humile* St. Hill. (cajuí), *Himatanthus articulatus* (Vahl) Woodson (janaguba), *Copaifera langsdorffii* Desf. (pau d'óleo) e *Vismia* sp. (lacre); e para o Cerradão: *Caryocar coriaceum*, *Parkia platycephala* e *Anacardium humile*.

O Carrasco ocupa apenas 6% da área total, enquanto que as matas secundárias e as regiões sem cobertura florestal ocupam apenas 1% de toda a área preservada. Andrade-Lima (1978, *apud* Araújo et al. 1998) caracteriza o primeiro como formado por uma vegetação xerófila, normalmente em solos arenosos característicos de chapadas e que, comparando fisionomias, poderia se assemelhar muito à caatinga mas, por possuir diferentes composições florísticas, são tratados separadamente.

A área de coleta, até o momento, não possui nenhum estudo sobre a micobiota local. No Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio) estão cadastrados dois projetos que visam mudar este panorama: um sobre as micorrizas arbusculares e outro sobre os fungos gasteroides, que inclui este trabalho. Apesar desta lacuna no conhecimento micológico da FLONA, já existem vários registros de gasteromicetos para o Cerrado *sensu lato* (Baseia & Milanez, 2000, 2001a, 2001b, 2001c, 2002a, 2002b, 2002c; Baseia, 2005; Baseia et al. 2007, Gibertoni & Drechsler-Santos, 2010) e também para mata úmida ou serrana (Cortez et al. 2008), embora em menor escala.

3.2. Coleta e Processamento das Amostras

Devido à alta heterogeneidade dos basidiomas dos fungos gasteroides se faz necessário um protocolo de coleta bem elaborado. Se tomarmos como exemplo os representantes da ordem *Phallales*, veremos que muitos deles possuem basidiomas frágeis cuja composição química pode ser formada por mais de 90% de água. Para estas espécies é preciso ser cuidadoso na hora da remoção dos basidiomas, bem como no armazenamento, para que o mesmo receba o mínimo de choques mecânicos e assim preservar ao máximo sua forma. Com isso em mente, as coletas, a remoção e a

preservação dos fungos coletados seguiram os protocolos adaptados de Fidalgo & Bononi (1984) e Mueller et al. (2004).

As expedições ocorreram sempre no período chuvoso, correspondendo aos meses de abril a julho, nos anos de 2011 a 2014. Os espécimes coletados foram fotografados em campo com escala e então removidos do substrato com o auxílio de um canivete (Figura 3). O substrato, de até 10 cm, foi coletado juntamente com o basidiomas. Para os casos em que seja maior que 10 cm, apenas uma parte do substrato é coletado. Os espécimes coletados foram acondicionados separadamente em maletas de plásticos com divisórias e dados referente a coleta (data, coletor, local, pontos geográficos, etc.) foram registrados (Figura 3). Para os basidiomas mais frágeis em que se verificou uma ação danosa devido à perda de água, os mesmos foram acondicionados nos compartimentos com folhas verdes de plantas locais com o intuito de manter a umidade pelo máximo de tempo possível (Figura 3).

Com o objetivo de relatar alguns aspectos ecológicos do grupo, vários pontos foram observados em campo. Para cada amostra coletada, foi observado qual o substrato que a mesma colonizava e, assim, elaborado um gráfico (ver resultados) com as preferências de substrato para cada gênero utilizando para isso uma planilha simples do software Microsoft Excel versão 2013. Além destes dados, também foram observadas características como luminosidade (dividido em três categorias: áreas sombreadas, parcialmente sombreadas e totalmente sombreadas) e a relação da frutificação de fungos gasteróides com o volume de chuva, sendo gerados gráficos através de uma planilha do Excel.

Imediatamente após a coleta do dia, foi realizada uma seleção de basidiomas com melhores condições para extração do DNA em cada uma das amostras. O material selecionado foi limpo com água destilada e qualquer porção que não seja referente ao fungo foi removido, para então ser armazenado em freezer comum a temperatura de -20°C . Para a seleção de basidiomas foram consideradas características que permitem um melhor rendimento no processo de extração, tais como: idade (preferência aos mais novos), estado do material (infectado por algum fungo, ou atacado por algum animal), porção da gleba presente. O restante do material foi, então, herborizado através de um desidratador elétrico de marca Fun Kitchen e acondicionados em sacos plásticos com zíper juntamente com uma ficha de identificação (Figura 3).

Ao final das expedições, o material congelado em freezer comum foi acondicionado em caixa térmica com gelo reciclável e então transportado até o Laboratório de Genética Molecular de Plantas (LGMP) do Departamento de Biologia Celular e Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde foram acondicionados em freezer especial a -80°C de marca Sanyo para posterior extração. O material herborizado foi armazenado no Laboratório de Biologia de Fungos (LBF) do Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia da UFRN onde foi analisado

morfologicamente. Parte deste material foi tombado no próprio herbário (UFRN-Fungos) da Universidade anteriormente citada enquanto que a outra parte foi tombado no herbário URM da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).



Figura 3. Metodologia de coleta usada no estudo.

3.3. Análise Morfológica das Amostras

Esta parte do estudo foi desenvolvido no LBF da UFRN. Inicialmente, consistiu em observações detalhadas a olho nu ou com o auxílio de uma lupa de mão e, para uma análise mais detalhada, de microscópio estereoscópico (ME) de marca Nikon. Após identificadas as estruturas macroscópicas de importância taxonômica, as mesmas foram fotografadas utilizando ME de marca Nikon com câmera fotográfica acoplada. As imagens geradas pela câmera foram analisadas e processadas pelo software NIS. As colorações foram obtidas com o auxílio da carta de cores Kueppers (1982), conforme esquema da Figura 4. Para as análises microscópicas seguiu-se a metodologia proposta por Miller & Miller (1988) e Calonge (1998). As microestruturas de importância taxonômica foram analisadas e processadas através do software NIS, utilizando o Microscópio Óptico (MO) Nikon com câmera fotográfica acoplada. Adicionalmente, foi utilizado o microscópio óptico Olympus com câmera clara acoplada para ilustração a mão de determinadas microestruturas. Para uma análise mais detalhada das microestruturas foram utilizados os Microscópios Eletrônicos de Varredura (MEV) lotado no Departamento de Engenharia de Materiais da UFRN e na CT-Gás. Para observação das microestruturas foram confeccionadas lâminas permanentes, utilizando PVLG (Resina de Ácido lático, álcool Polivinílico e glicerol) como meio de montagem (Trappe & Schenck 1982), e não permanentes (com uso de KOH a 4%). Foram realizadas 30 medidas microscópicas para cada uma das microestruturas, incluindo as ornamentações se estivessem presentes, em seguida, registrou-se os valores extremos (Heinemann & Rammeloo, 1982) com as respectivas médias em parênteses. Quando necessário, foram empregados corantes com o intuito de observar mais detalhadamente determinadas estruturas. Os principais reagentes utilizados para este procedimento foram o azul de algodão, a floxina e o melzer (Miller & Miller 1988).

Para as análises ao MEV foi adotada a metodologia de Cortez et al. (2008): uma pequena parte da gleba foi removida do basidioma e, após retirado o excesso, foi transferida, com o auxílio de uma pinça, para stubs de alumínio coberto com uma fita dupla de carbono para, então, proceder com a metalização em ouro durante dois minutos; em seguida, a amostra foi submetida à análise através de software específico para o MEV.

A identificação dos espécimes foi realizada com base nos caracteres de importância taxonômica observados, bem como literatura específica para os mais variados grupos como, por exemplo, Bottomley (1948), Dissing & Lange (1962), Dring (1964), Sunhede (1968), Liu (1984), Miller & Miller (1988), Calonge (1998). A terminologia micológica seguirá Kirk *et al.* (2008). A coleção foi catalogada e incorporada ao acervo do Herbário UFRN – Fungos e duplicatas foram enviados ao Herbário URM, da UFPE.

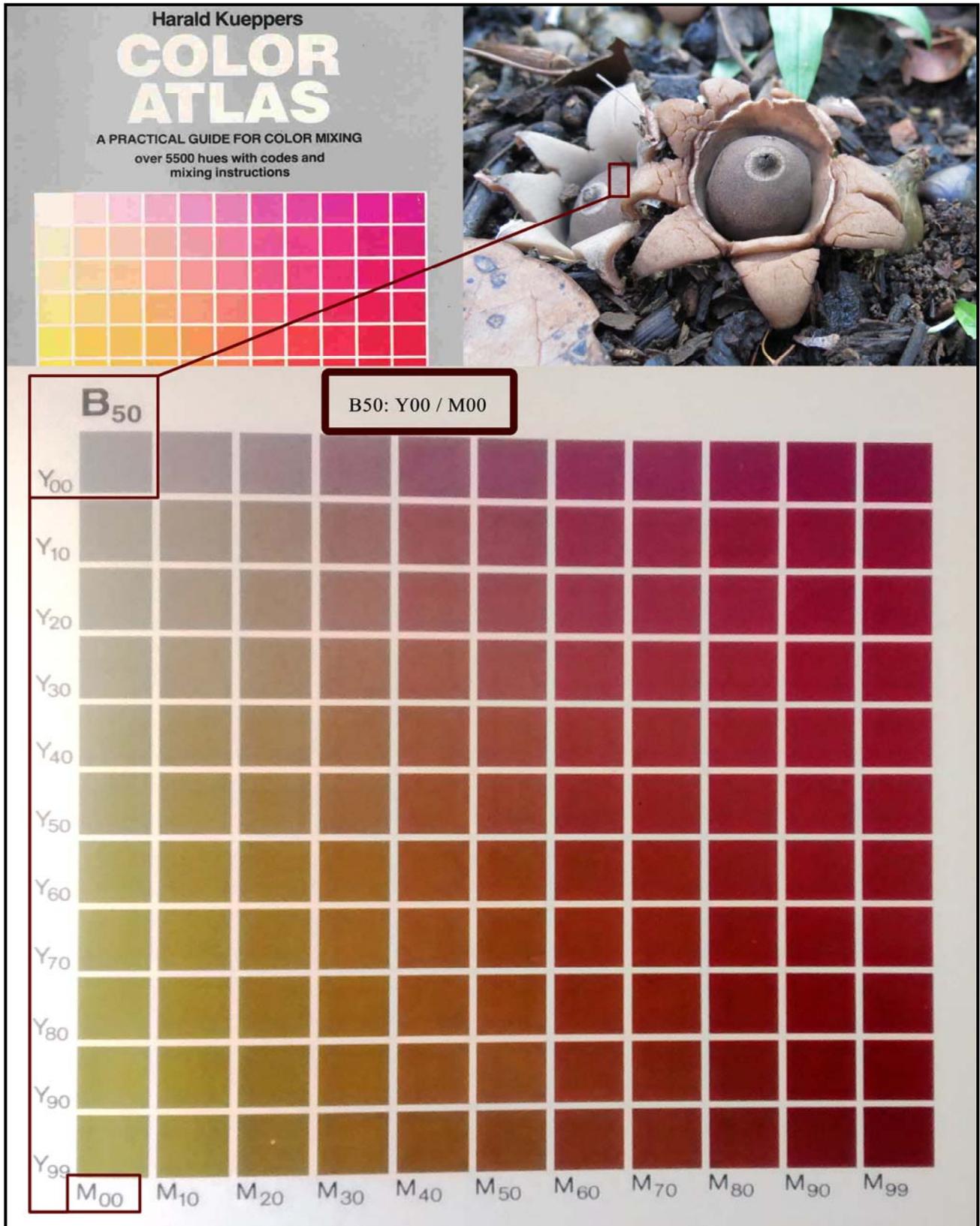


Figura 4. Esquema de obtenção da cor nas análises morfológicas.

3.4. Análise Molecular das Amostras

A extração de DNA seguiu uma adaptação de Góes-Neto et al. (2005): uma pequena porção do basidioma foi macerado em um grado com nitrogênio líquido, com o auxílio de um pistilo, até o conteúdo virar pó esbranquiçado. Este pó foi, então, transferido para um tubo de Eppendorf de 1,5 mL com tampão CTAB pré-aquecido para, então, ser incubado à temperatura de 65°C durante uma hora. Após este processo, o DNA foi extraído com álcool clorofórmio:isoamílico na proporção de 24:1 e, então, precipitado com isopropanol durante 24 horas ou mais em freezer comum. Na etapa final, o DNA precipitado foi submetido a um processo de lavagem com Etanol a 70% e, então, colocado para secar em câmara de fluxo laminar e, por fim, ressuspendido com água Milli-Q.

Para a amplificação, o DNA extraído de cada amostra foi submetido a uma série de três diluições, a saber: 1:10, 1:100 e 1:1000. O processo de polimerização em cadeia foi realizado em um termociclador (Techne TC-512) e foi direcionado para o cluster gênico do DNA ribossomal (Figura 5), especificamente os fragmentos 5.8S e 28S, incluindo as regiões espaçadoras internas, ITS1 e ITS2. Esta escolha se deve ao fato da parte que engloba o 28S ser altamente conservada ao longo das gerações e, com isso, permitir um estudo das relações evolutivas em níveis taxonômicos mais elevados como família e ordem. Já as regiões do ITS são extremamente variáveis, o que condiciona uma análise a nível específico.

Para algumas espécies, foi utilizada a região mitocondrial do *atp6* com o intuito de complementar as análises e, assim, construir as árvores com mais robustez. Esta região foi bem analisada por Kretzer & Bruns (1999) que observaram que a mesma possui uma parte bem conservada, o que facilita os alinhamentos. Os autores notaram também que esta região genômica tem utilidade para as mais diversas classes fúngicas mas que não é um bom gene para se estudar os níveis maiores de classificação. Os protocolos de PCR seguiram os parâmetros de ciclagem de Bates et al. (2009) e foram realizadas em um volume total de 50 µl, contendo 1,5 mM MgCl₂, 0,2mM dNTPs, 1 µM de cada primer e 2 unidades de TaqTM DNA polymerase (Invitrogen), além do DNA molde. Os produtos de PCR foram visualizados em gel de agarose (1%), corados com gel red e observados sob luz UV, para então serem fotografados no equipamento “Clear View UV Transilluminator” de marca Cleaver Scientific Ltda. A purificação do material produzido pela PCR foi realizada com o auxílio do kit PCR Clean-UP Gel Extraction da marca Macherey-Nagel. O amplificado puro foi encaminhado para seqüenciamento no Centro de Estudos do Genoma Humano (USP).



Figura 5. Esquema demonstrando o cluster gênico estudado.

As seqüências obtidas foram alinhadas com outras já depositadas no GenBank usando o programa Clustal X (Larkin et al., 2007) e editadas com o programa Bioedit (Hall, 1999). O modelo de substituição nucleotídica para as análises foi obtido a partir do programa ModelTest 3.7 (Posada & Crandall, 1998). As análises filogenéticas foram realizadas, com os programas PAUP* (Swofford, 2003) e Mr. Bayes 3.2.2 (Huelsenbeck & Ronquist 2001), a partir da construção de árvores por máxima parcimônia (MP) e neighbor joining (NJ) com 1000 bootstraps para o primeiro programa e análise bayesiana para o segundo.

4. ESTUDOS DE FUNGOS GASTEROIDES NA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE CEARÁ-BRASIL¹

Resumo

O Brasil é um país de dimensões continentais e que abriga uma grande variedade de biomas que, certamente, apresentam diversas espécies de fungos. Diversas expedições para coleta de gasteromicetos foram efetuadas no período de março/2011 a agosto/2013 em uma área de conservação com altitude média de 900 metros. A área reúne uma série de características peculiares e únicas, o que favorece uma maior riqueza de espécies, além permitir a formação de espécies endêmicas. Como resultado, foram identificados representantes de Geastraceae, Nidulariaceae, Lycoperdaceae, Phallaceae e Clathraceae revelando espécies interessantes até então não relatadas para o semiárido cearense e para o Brasil, além de novas espécies para a ciência para os gêneros *Bovista*, *Geastrum* e *Cyathus*.

Palavras-Chave: gasteromicetos, taxonomia, semiárido, bufa-de-lobo, fungos ninho de passarinhos, estrela da terra

Introdução

Fungos gasteroides são caracterizados em seu conjunto por um basidioma cuja porção fértil está incluso ao basidioma (Calonge 1998). Possuem uma grande variedade de forma, tamanho e cor. Os estudos taxonômicos com fungos gasteroides no Brasil iniciaram-se no século 19 (Fidalgo 1974), sendo a primeira espécie coletada um representante de Clathraceae. No entanto, trabalhos realizados por pesquisadores brasileiros só vieram a acontecer na metade do século XX (Trierveiler-Pereira & Baseia 2009). Nos últimos anos observou-se um grande aumento nos trabalhos referente aos gasteroides da região Nordeste que, como consequência, vem revelando uma elevada diversidade de fungos gasteroides com novas espécies para a ciência (Baseia & Calonge 2005, 2006, Baseia et al. 2006, Fazolino et al. 2008, Silva et al. 2013) e novos registros para América do Sul (Barbosa et al. 2011, Cruz et al. 2012), Brasil (Silva et al. 2013) e Nordeste Brasileiro (Trierveiler-Pereira et al. 2009), fruto da presença de pesquisadores especialistas no Brasil e formação de jovens taxonomistas.

O semiárido brasileiro está presente quase que exclusivamente na região Nordeste correspondendo, principalmente, ao bioma da Caatinga (Gusmão & Maia 2006). No entanto, o local estudado corresponde a uma área serrana com diferentes fitofisionomias, destacando-se a Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular e a Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa. São áreas

¹ Trabalho a ser enviado para publicação como Barbosa, M.M.B.; Calonge, F.D.; Baseia, I.G. 2015. Estudos de Fungos Gasteroides na Floresta Nacional do Araripe, Ceará-Brazil. *Nova Hedwigia* XX: xx-xx.

com pluviosidade anual de cerca de 1400 mm e temperatura que raramente ultrapassam os 35°C. Estas características aliadas a uma altura de quase 1000 m em relação ao nível do mar torna a área em questão bem peculiar e com um grande potencial para ocorrência de uma importante riqueza fúngica. Objetivando ampliar o conhecimento dos fungos gasteroides nesta região, propõe-se o presente trabalho como parte de um projeto ainda mais amplo que é o Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido (PPBio Semiárido) que tem como objetivo inventariar os fungos no Semiárido do Nordeste Brasileiro.

Material e Métodos

As expedições ocorreram na Floresta Nacional do Araripe (Fig. 1), uma Unidade de Conservação com 39.262,326 hectares de vegetações típicas do semiárido como a caatinga, cerrado, cerradão, carrasco e a floresta úmida. Está localizado no Estado do Ceará, abrangendo quatro municípios (Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri). A área em questão é caracterizada por um relevo plano que varia de 840 a 920 metros, uma pluviometria média anual de 1.000 mm e temperaturas que variam de 15 a 35° Celsius. Todos os espécimes foram coletados no período chuvoso, que compreende os meses de Fevereiro a Junho, durante os anos de 2011 e 2012 seguindo os protocolos de coleta propostos por Muller et al. (2004). O material coletado foi analisado em laboratório seguindo Miller & Miller (1988) e Calonge (1998). Dados referentes à coloração foram obtidos segundo Kueppers (1982). As identificações dos espécimes seguiram os conceitos propostos por Zeller & Smith (1964), Kreisel (1989), Calonge & Martín (1990), Kreisel (1992, 1994) e Calonge (1998). As medidas microscópicas incluem os valores extremos com a média em parênteses. Após as análises, o material foi incorporado ao acervo do Herbário UFRN-Fungos.

Resultados e Discussão

Gênero *Cyathus*

Chave artificial para as espécies estudadas de *Cyathus*

- | | | |
|------|---|-------------------------------------|
| 1. | Córtex formado por uma única camada | <i>Cyathus</i> sp. nov. 9 |
| 1'. | Córtex formado por duas camadas | 2 |
| 2. | Túnica ausente ou não evidente | <i>Cyathus earlei</i> |
| 2'. | Túnica presente e evidente | 3 |
| 3. | Superfície interna lisa a finamente estriada | 4 |
| 3'. | Superfície interna distintamente estriada | 5 |
| 4. | Apículo presente | <i>Cyathus triplex</i> |
| 4'. | Apículo ausente | 6 |
| 5. | Peridíolos com até 2 mm de comprimento | <i>Cyathus</i> aff. <i>striatus</i> |
| 5'. | Peridíolos com mais de 2 mm de comprimento | 7 |
| 6. | Esporos subglobosos a elípticos; 8-10 x 10-14 μm | <i>Cyathus</i> sp. 2 |
| 6'. | Esporos elípticos; 9-14 x 12-16 μm | <i>Cyathus</i> sp. nov. 8 |
| 7. | Esporos com menos 15 μm de comprimento | 8 |
| 7'. | Esporos com mais de 15 μm de comprimento | 9 |
| 8. | Esporos elípticos; 7-10 x 12-15 μm | <i>Cyathus</i> sp. 1 |
| 8'. | Esporos ovoides; 8-12 x 12-14 μm | <i>Cyathus</i> sp. nov. 7 |
| 9. | Esporos com menos de 18 μm de comprimento | <i>Cyathus limbatus</i> |
| 9'. | Esporos com mais de 18 μm de comprimento | 10 |
| 10. | Basidioma crescendo sobre esterco; superfície interna Castanho a prateado | <i>Cyathus poeppigii</i> |
| 10'. | Basidioma crescendo no solo; superfície interna negra | <i>Cyathus</i> sp. nov. 6 |

Cyathus earlei Lloyd, Mycol. Wryt. (7): 26 (1906)

Fig. 1B

Basidioma infundibuliforme a levemente capanulado, 11-13 mm de altura, 7-8 mm de largura na boca. Expandido na parte superior e afilado na base podendo formar um pequeno pedicelo de até 1 mm de extensão. Exoperídio levemente hirsuto, tufos irregulares de até 0,5 mm de comprimento, Castanho (Y60: M70/C40 a B50: Y30/M30), levemente estriado, de até 0,5 mm de largura. Superfície interna estriada, até 0,7 mm de largura, brilhante prateado (B50: Y00/M00). Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa e esbranquiçada. Embasamento conspícuo, com até 4 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio. Boca minutamente fimbriada, com tomentos de até 0,5 mm de altura. Peridíolos circulares a angulares, 1,8-2 x 1,8-2,5 mm, superfície rugosa. Túnica não evidente. Córtex duplo. Basidiosporos lisos hialinos, elípticos, 8-12 x 15-20 μm (11 x 18 μm), paredes espessadas de até 1,5 μm . Apículo presente.

Aspectos Ecológicos: Possui um hábito lignícola, sempre ocorrendo em áreas parcialmente sombreadas com solo rico em folhas e restos vegetais em decomposição. Já foi registrada para as localidades de Cuba, Hawaii (Lloyd 1906), Puerto Rico, Mexico, West Indies (Brodie & Dennis 1954), Brazil (Estado do Rio Grande do Norte – Cruz et al. 2012). Ocorrência em climas tropicais.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/IV/2011. UFRN-Fungos 1711.

Comentários: Espécie pouco conhecida no mundo, e de ocorrência em regiões tropicais, tem sido relatada no Brasil recentemente (Cruz et al. 2012). É caracterizada pelo endoperídio plicado e peridíolos de córtex duplo (Brodie 1975). *Cyathus earlei* possui afinidade com *C. olla* sendo que esta última possui córtex com uma única camada.

Cyathus limbatus Tul. & C.Tul., Anns. Sci. Nat., Bot., sér. 3 1: 78 (1844)

Fig. 1C

Basidioma infundibuliforme a campanulado, 10-11 mm de altura, 4,5-6 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior, afilando-se abruptamente na base formando um curto pedicel de até 0,5 mm de comprimento. Exoperído hirsuto, agregado em tufos direcionados para baixo com tomentos de até 1 mm de extensão, Castanho Escuro (Y90: M70/C70), estriado, 0,5 mm de largura. Superfície interna estriada, 0,5 mm de largura, Castanho Acinzentado (B60: C00/Y00), brilhante, contrastando com o exterior. Boca fimbriada. Epifragma em duas camadas, a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa e esbranquiçada. Embasamento conspícuo, 2-10 mm de diâmetro. Peridíolos circulares a irregulares, 2,0-2,5 x 1,5-2,0 mm, cinza (B50:

C00/Y00). Túnica presente, espessa, castanho hialino (Y30: M10/C10). Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, 9-13 x 11-18 μm (10 x 15 μm), ovoides a elípticos, paredes espessadas de até 2,5 μm . Discreto apículo presente na maioria dos esporos.

Aspectos Ecológicos: No Brasil foi relatado para os Estados de Paraná, São Paulo, Amazônia e Pernambuco (Trierveiler-Pereira & Baseia 2009) e Paraíba (Trierveiler-Pereira & Baseia 2010). Ocorre em áreas totalmente sombreada sempre em troncos em decomposição. Primeiro registro para o Estado do Ceará.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 15/IV/2011. UFRN-Fungos 1692.

Comentários: Espécie com ampla distribuição mundial (America, Africa e Asia: Brodie 1975). É bem caracterizado pelas estrias profundas no interior e exterior do basidioma. Elas são tão marcadas que aparentam um leque. Alguns dos peridíolos observados possuíam uma borda mais triangular, algo incomum para a espécie e apesar da maioria dos esporos serem de ovoides a elípticos alguns deles podem se apresentar na forma globosa ou subglobosa. Na extremidade de muitos esporos é possível ver um discreto apículo. É uma espécie relativamente comum, tendo sido encontrado em quase todos os continentes. Esta espécie lembra *C. poeppigii* que por sua vez possui esporos consideravelmente maiores. É o primeiro registro para o Estado do Ceará.

Cyathus poeppigii Tul. & C.Tul., Annls. Sci. Nat., Bot., sér. 3 1: 77 (1844)

Fig. 1E

Basidioma infundibuliforme, 5-7 mm de altura, 2-5 mm de largura na boca. Levemente expandido na parte superior, mas não afilando-se abruptamente na base. Exoperídio lanoso a hirsuto, agregado em tufo formado por finas mechas, Castanho (Y70: M50/C50), distintamente estriado com até a 0,5 mm de largura. Boca finamente fimbriada a glabro. Superfície interna estriada, com até 0,5 mm de largura, Castanho a Prateado (Y70: M99/C60 a B50: C00/Y00), brilhante, contrastando com o exterior. Epifragma composta por duas camadas, a mais externa hirsuto, evanescente e concolor ao exoperídio, e a mais interna membranosa e esbranquiçada, persistente. Embasamento inconspícuo, concolor ao exoperídio. Peridíolos circulares a elípticos, Cinza Escuro (B70: C00/Y00), 1,8-2,5 x 1,6-2 mm. Túnica presente, delgada, hialino. Córtex duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 17-23 x 22-28 μm (20 x 30 μm), paredes espessadas de até 3 μm .

Aspectos Ecológicos: Ocorre em esterco de herbívoro em áreas parcialmente sombreadas. Em grupos de 4 ou mais basidiomas. Sua frutificação ocorre no maior pico de chuva que normalmente corresponde ao mês de abril.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 07/IV/2013. UFRN-Fungos 2387.

Comentários: Espécie com abundante ocorrência na Flona do Araripe que, apesar da literatura apontar como de hábito lignícola, foi encontrado apenas em esterco de herbívoro. Trata-se de uma espécie pantropical (Zhao et al. 2006; Cortez et al. 2014). É reconhecido pelo basidioma com estrias bem definidas tanto internamente quanto externamente e por esporos que podem chegar a mais de 50 µm de comprimento. Possui ampla distribuição mundial (Brodie, 1975) sendo que no Brasil foi relatado para os Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (Cortez et al. 2014). É o primeiro registro para o Estado do Ceará.

Cyathus aff. striatus (Huds.) Willd., Fl. berol. prodr.: 399 (1787)

Fig. 1A

Basidioma infundibuliforme, 7-8 mm de altura, 5-7 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior e não afilado na base. Exoperídio hirsuto, tufo irregulares de até 0,88 mm de comprimento, agregados em tufo, Castanho (6F6), distintamente estriado, 0,35-0,53 mm de largura. Superfície interna distintamente estriada, 0,33-0,44 mm de largura, brilhante prateado (7F2-7F4), contrastando interior com exterior. Epifragma não observado. Embasamento conspícuo, 2-3,5 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio. Boca finamente fimbriada, com tomentos de 0,32-0,41 mm de extensão. Peridíolos angulares a elípticos, 1,67-2 x 1,43-1,8 mm. Túnica presente, distinta e esbranquiçada. Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 17-26 x 13-18 µm (15 x 23 µm), paredes espessadas de até 3,5 µm. Apículo não observado.

Aspectos Ecológicos: Amplamente distribuído (Brodie 1975). Possui um hábito lignícola, sempre ocorrendo em áreas parcialmente sombreadas crescendo em madeiras em decomposição.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, RJ Ferreira, 19/III/2014. UFRN-Fungos 2447.

Comentários: Trata-se de uma espécie de comum ocorrência nas florestas temperadas (Gomez & Pérez-Silva 1988). No Brasil foi relatado para os Estados do RS (Rick 1961), SP (Bononi 1984, Baseia & Milanez 2003), Pernambuco e Alagoas (Trierveiler-Pereira & Baseia 2009b, 2013), Ceará, Paraíba e Bahia (Cruz et al. 2014). É reconhecida pelo seu basidioma infundibuliforme expandido na porção superior, distintamente estriado e boca com margem setosa além de um córtex formado por uma única camada (Gomez & Pérez-Silva 1988). Os espécimes estudados apresentaram caracteres que coincidem com quase todas as características descritas e com a literatura especializada (Brodie 1975; Gomez & Pérez-Silva 1988; Calonge 1998), exceto a margem da boca

que é fimbriada e o córtex do peridíolo que é formado por duas camadas, razão pela qual foi mantida aqui como uma espécie afim. Estão sendo analisados dados de sequenciamento de DNA na expectativa de que possam confirmar a real identidade dos espécimes aqui estudados.

Cyathus triplex Lloyd, Mycol. Writ. (7): 23 (1906)

Fig. 1D

Basidioma infundibuliforme, 8-9 mm de altura, 5-7 mm de largura na boca. Expandido na parte superior mas não afilando-se abruptamente na base. Exoperídio hirsuto, agregado em tufo direcionados para baixo, Castanho (Y70: M80/C80 a Y50: M60/C60), finamente estriado no terço superior. Embasamento inconspícuo a conspícuo, 2-5 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio. Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa, efêmera e esbranquiçada. Boca fimbriada, tomentos com até 0,5 mm de extensão. Superfície interna Cinza Prateado (B10: C00/Y00), brilhante, levemente estriado. Peridíolos irregulares a elípticos, Negro (B99: Y00/M00), 2-2,3 x 1,5-1,8 mm. Túnica presente, delgada e hialina esbranquiçada. Córtex duplo, subhomogêneo em alguns espécimes. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos a subelípticos, 7,5-11 x 11-16 µm (9 x 13 µm), paredes espessadas de até 2,4 µm. Apículo presente.

Aspectos Ecológicos: China, Philippines, Thailand, USA, West Indies, Venezuela (Zhou et al. 2004), Brazil (Estados de São Paulo, Pernambuco e Pará – Trierveiler-Pereira & Baseia 2013). Ocorre sobre troncos em decomposição em áreas parcialmente sombreadas.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 20/III/2012. UFRN-Fungos 1735. leg. MMB Barbosa, 21/III/2012. UFRN-Fungos 1736. leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 20/III/2014. UFRN-Fungos 2462.

Comentários: Esta espécie é caracterizada pelo perídio não plicado externamente e internamente embora de acordo com Brodie (1975, 1984) em muitos espécimes podem ocorrer fracas plicações como é o caso desta amostra. Além disso, *Cyathus triplex* possui peridíolos com túnica e córtex formado por duas camadas. Uma espécie relativamente próxima é *C. striatus*, sendo que esta apresenta córtex com uma única camada. Trata-se do primeiro registro para o Estado do Ceará.

Cyathus sp. 1

Fig. 1F

Basidioma infundibuliforme, 7-9 mm de altura, 5-7 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior e não afilando-se abruptamente na base. Exoperídio lanoso a hirsuto, agregado em tufo formados por finas mechas de até 0,58 mm de comprimento, irregulares, Castanho Claro (Y80:

M90/C80), distintamente estriado com até a 0,34 mm de largura. Boca finamente fimbriada com tomentos de até 0,23 mm de altura. Superfície interna distintamente estriada, com até 0,77 mm de largura, Negro (B99: Y00/M00), contrastando com o exterior. Epifragma composta por duas camadas, a mais externa hirsuto, evanescente e concolor ao exoperídio, e a mais interna membranosa e esbranquiçada, persistente. Embsamento conspícuo, concolor ao exoperídio, 3-4 mm de diâmetro. Peridíolos elípticos, Cinza Escuro (B80: C00/Y00), 1,97-2,38 x 1,63-1,93 mm. Túnica presente, delgada, hialino. Córtex duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 7-10 x 12-15 μm (9 x 12 μm), paredes espessadas de até 3 μm .

Aspectos Ecológicos: Ocorre em restos vegetais e galhos em decomposição em áreas parcialmente sombreada. Sua frutificação se dá principalmente nos meses de maior intensidade de chuvas (Março a Abril).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 18/III/2014. UFRN-Fungos 2438.

Comentários: É uma espécie com uma grande proximidade morfológica com *C. ellipsoideus* Brodie sendo que este possui basidiomas um pouco menores (6-7 x 5-6 mm) e córtex com uma única camada. Para uma delimitação mais robusta se faz necessário um estudo com o material tipo, além de um estudo a nível molecular. Esta espécie lembra *Cyathus striatus*, mas este possui córtex simples e boca com margem setosa além dos esporos serem maiores podendo atingir os 20 μm de comprimento (Brodie 1975). Lembra em muitos aspectos *C. limbatus* que possui um córtex com camada dupla no entanto este não possui uma túnica visível, seus peridíolos nunca são menores que 2 mm e os esporos assim como em *C. striatus* podem atingir 20 μm de comprimento.

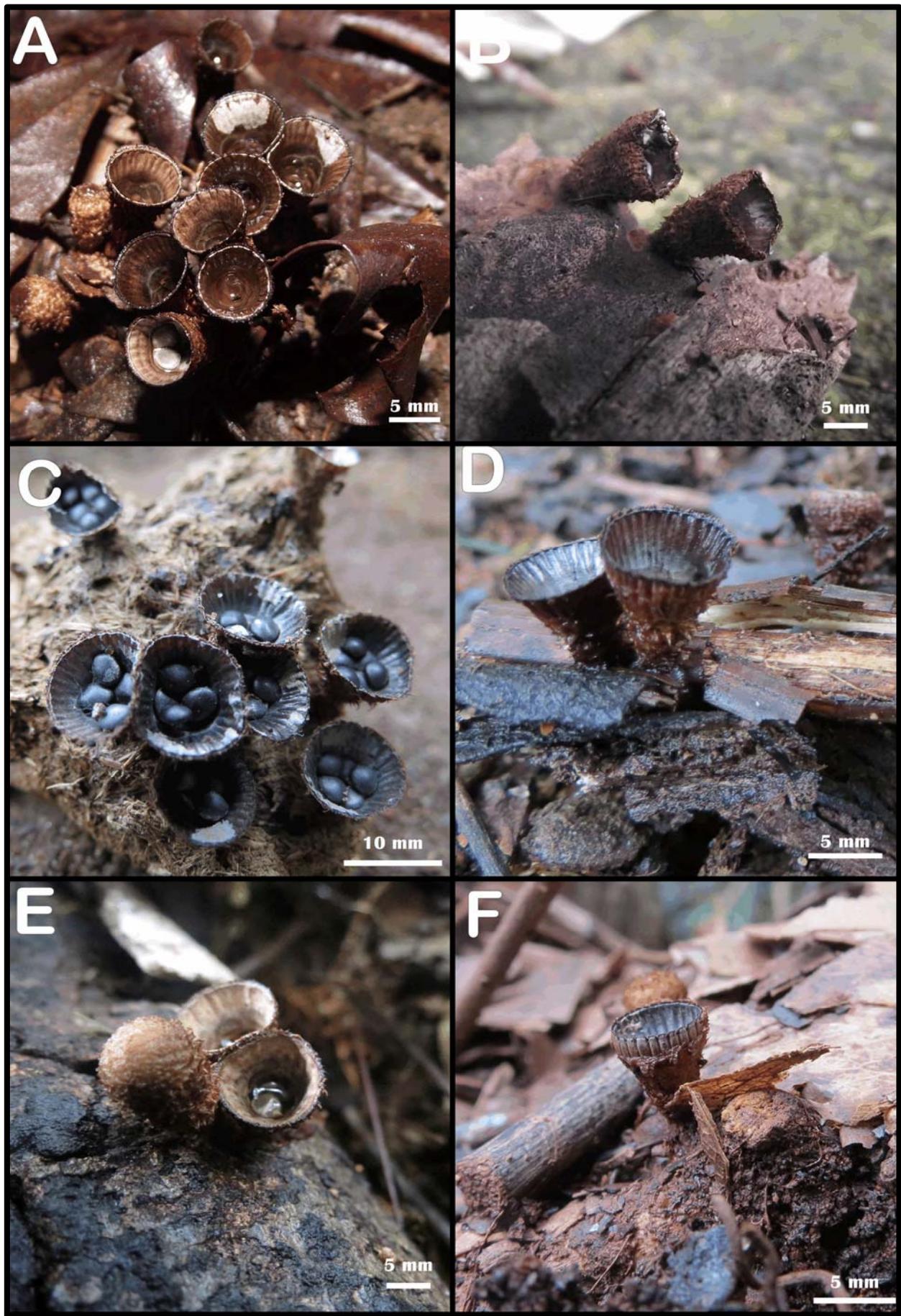


Figura 1: Basidiomas em seu habitat natural. A. *Cyathus earlei*; B. *Cyathus limbatus*; C. *Cyathus poeppigii*; D. *Cyathus* aff. *striatus*. E. *Cyathus triplex*. F. *Cyathus* sp. 1

Cyathus sp. 2

Fig. 2A

Basidioma infundibuliforme a largamente cônico, 9-11 mm de altura, 6-8 mm de largura na boca. Levemente expandido na porção superior e afilando-se abruptamente na base podendo formar um curto pedicelo de até 1 mm de extensão. Exoperídio finamente hirsuto a lanoso, com finas mechas de até 0,5 mm de comprimento, Castanho (Y70: M00/C00). Superfície interna Branca (B00: C00/Y00) a cinza prateado (B10: C00/Y00), brilhante, liso a finamente marcado. Embasamento conspícuo, 2-5 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio, impregnado com restos vegetais e grãos de areia. Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio, e a segunda camada esbranquiçada e membranosa. Boca densamente fimbriada. Peridíolos elípticos a irregulares, 2-2,5 x 2 mm. Túnica presente, espessa, acinzentada. Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, subglobosos a elípticos, 8-10 x 10-14 μm (9 x 12 μm), paredes espessadas de até 2,6 μm .

Aspectos Ecológicos: Espécie de hábito lignícola sempre preferindo galhos e outras madeiras menores em decomposição. Ocorre em grupos em áreas parcialmente sombreada geralmente próximo a ação antrópica.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 15/III/2012. UFRN-Fungos 1726.

Comentários: Lembra em muitos aspectos *Cyathus limbatus*, mas uma série de características sutis tornam a amostra aqui em questão incompatível com o táxon anteriormente citado. Por exemplo, *C. limbatus* é caracteristicamente uma espécie do grupo VI proposto por Brodie (1975) devido a ausência de túnica e marcações no interior do basidioma, em *Cyathus* sp. 02 é possível observar uma sutil marcação apenas com o auxílio do microscópio estereoscópico além disso, seus esporos atingem um máximo de 14 μm no comprimento consideravelmente abaixo dos 20 μm que ocorre em *C. limbatus*. A forma dos esporos também não concorda com a descrição publicada por Brodie (1975): enquanto que *C. sp. 2* possui uma variação do subgloboso ao elíptico em *C. limbatus* ela varia do ovoide ao elíptico (Cruz et al. 2014). Assim, se faz necessário uma análise mais detalhada com comparações de espécie tipo.

Basidioma infundibuliforme, 5,5-7 mm de altura, 5-6 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior e afilando-se abruptamente na base formando um pedicelo com menos de 1 mm de extensão. Exoperídio lanoso a hirsuto, agregado em tufo formado por finas mechas de até 0,58 mm de comprimento, Castanho Claro (Y80: M90/C80), distintamente estriado com até a 0,47 mm de largura. Boca finamente fimbriada com tomentos de até 0,2 mm de altura. Superfície interna estriada, com até 0,58 mm de largura, Negro (B60: Y00/M00), brilhante prateado, contrastando com o exterior. Epifragma composta por duas camadas, a mais externa hirsuto, evanescente e concolor ao exoperídio, e a mais interna membranosa e esbranquiçada, persistente. Embasamento inconspícuo, concolor ao exoperídio. Peridíolos circulares a elípticos, Cinza Escuro (B80: C00/Y00), 1,58-2,14 x 1,49-1,71 mm. Túnica presente, delgada, hialino. Córtex duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 17-23 x 22-28 μm (20 x 25 μm), paredes espessadas de até 4 μm .

Aspectos Ecológicos: Ocorre em áreas completamente ensolaradas com quase nenhuma matéria vegetal em decomposição presente mas com muito cascalho característico de beira de estrada. Sua frutificação se dá no período de maior intensidade de chuva entre os meses de março a abril.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, RJ Ferreira, 19/III/2014. UFRN-Fungos 2445.

Comentários: *Cyathus* sp. nov. 6 possui um exoperídio hirsuto com pelos bem curto o que lhe confere um aspecto lanoso de coloração castanho claro tendendo mais para um marfim escuro. A parte basal do basidioma é bem constricto formando um curto pedicelo. Lembra em muitos aspectos *Cyathus olivaceobrunneus* F.L. Tai & C.S. Hung que de acordo com Brodie (1975) integra o grupo VI de sua classificação infragenérica por não possuir túnica (Gomez & Pérez-Silva 1988) ao contrário do que acontece com *Cyathus* sp. nov. 06 que possui uma túnica mais persistente, delgada e hialina; Ainda de acordo com Gomez & Pérez-Silva (1988) *C. olivaceobrunneus* possui peridíolos que podem atingir 3,2 mm de comprimento enquanto que a amostra estudada aqui chega a um máximo de 2,14 mm. Por apresentar um curto pedicelo e esporos dentro da escala de tamanho esta amostra poderia ser confundida com *C. pedicellatus* Brodie no entanto, *C. sp. nov. 06* possui uma túnica delgada e hialina enquanto que *C. pedicellatus* não possui qualquer vestígio desta estrutura além disso o tamanho do basidioma e dos peridíolos são consideravelmente maiores que *C. sp. nov. 06*. Estudos mais aprofundados incluindo comparações morfológicas com a espécie Tipo e análises

filogenéticas se fazem necessário, entretanto a amostra aqui estudada reúne características suficientes para que seja proposta uma nova espécie.

***Cyathus* sp. nov. 7** Barbosa, Calonge & Baseia

Fig. 2C

Basidioma infundibuliforme, 8 mm de altura, 4-5 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior e nem afinando-se na base. Exoperídio hirsuto, com tomentos de até 0,5 mm de comprimento, agregados em tufo irregulares, estriado, Castanho (Y70: M70/C70). Embasamento inconspícuo, concolor ao exoperídio. Boca minutamente fimbriada. Superfície interna distintamente plicada, 0,5 mm de largura, Cinza (B10: Y00/M00), não brilhante. Peridíolos circulares a triangulares, Cinza (B70: M10/C20), 1,8-2,5 x 1,5-2 mm. Túnica presente, espessa, Castanho hialino. Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos hialinos, ovoides, 8-12 x 12-14 μm (10 x 13 μm), paredes espessadas de até 2 μm . Apículo evidente pode estar presente.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em áreas totalmente sombreadas e possui preferência de substrato por folhço em decomposição. Frutifica em grupos de dois a quatro basidiomas no período de maior intensidade de chuva nos meses de março a abril).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 16/IV/2011. UFRN-Fungos 1695.

Comentários: Curiosa espécie cujo basidioma fresco se apresenta amarelado (Y80: M50/C00), no entanto, após sua desidratação ele adquire uma coloração mais acinzentada (B50: Y50/M30). Os esporos em sua maioria são ovoides, mas algumas raras unidades podem ser elípticas ou até mesmo irregulares. Possui uma certa afinidade com *Cyathus helenae* pois ambas as espécies possuem esporos ovoides e basidiomas estriados e de coloração Castanho. Entretanto, *C. helenae* apresenta um córtex formado por uma única camada enquanto que *C. sp. nov. 7* é formado por um córtex de camada dupla. Além disso, os esporos de *C. helenae* são ligeiramente maiores. A principal diferença entre elas duas é que *C. sp. nov. 7* muda sua coloração para o acinzentado quando este desidrata algo que não ocorre com *C. helenae*. Aparentemente, a espécie é de rara frutificação na flona, o que impossibilitou a obtenção de dados moleculares para a inclusão desta espécie nas análises filogenéticas (dados a serem publicados). Desta forma, esforços estão sendo direcionados para a coleta deste táxon e, assim, permitir a aquisição de seu DNA para os estudos moleculares.

Basidioma infundibuliforme, 9-11 mm de altura, 7-8 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior e não afilado na ase. Exoperídio lanoso a hirsuto, tufos irregulares de até 0,53-0,88 mm de comprimento, Castanho (Y90: M90/C80), liso, 0,56-0,86 mm de largura. Superfície interna finamente estriada, 0,41-0,61 mm de largura, brilhante prateado (B50: C00/Y00). Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa e esbranquiçada. Embasamento conspícuo, com até 4 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio. Boca minutamente fimbriada, com tomentos de até 0,36 mm de altura. Peridíolos circulares a elípticos, 2,15-2,43 x 1,95-2,18 mm. Túnica presente, distinta, esbranquiçada e de aspecto leitoso. Córtex duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 9-14 x 12-16 μm (12 x 14 μm), paredes espessadas de até 4 μm . Apículo não observado.

Aspectos Ecológicos: Possui um hábito lignícola, sempre ocorrendo em áreas parcialmente sombreadas com solo rico em folhas e restos vegetais em decomposição.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 15/III/2014. UFRN-Fungos 2416.

Comentários: Esta espécie é bem reconhecida pelo seu basidioma hirsuto e Castanho, com esporos que podem chegar aos 16 μm de comprimento e peridíolos com uma túnica bem definida de aspecto leitoso. Lembra *Cyathus ellipsoideus* sendo que este possui esporos uniformemente elípticos e peridíolos também elípticos algo não observado nesta amostra. Possui certa semelhança externa com *C. helenae* sendo que este possui um córtex formado por uma única camada enquanto que *C. Sp. Nov. 08* é distintamente duplo. Também no aspecto externo lembra *C. bulleri* Brodie e *C. berkeleyanus* (Tul. & C.Tul.) Lloyd mas ambos possuem esporos consideravelmente menores.

Cyathus sp. nov. 9 Barbosa, Calonge & Baseia

Basidioma infundibuliforme, 9-11 mm de altura, 6-8 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior e não afilado na base. Exoperídio hirsuto, com tufos formados por finas mechas regulares de até 0,42-0,88 mm de comprimento, Castanho (Y99: M60/C50), liso. Superfície interna lisa a muito finamente estriada, 0,40-0,56 mm de largura, brilhante prateado (B50: C00/Y00). Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa e esbranquiçada. Embasamento conspícuo, com até 2 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio. Boca minutamente fimbriada, com tomentos de até 0,27 mm de altura. Peridíolos circulares a irregulares, 2-2,49 x 1,72-2,14 mm. Túnica presente, distinta, bronze. Córtex simples.

Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 10-13 x 16-21 μm (11 x 18 μm), paredes espessadas de até 3,6 μm . Apículo geralmente presente.

Aspectos Ecológicos: Possui um hábito lignícola, sempre ocorrendo em áreas parcialmente sombreadas em troncos em decomposição.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 20/III/2014. UFRN-Fungos 2462.

Comentários: Uma das poucas espécies na FLONA do Araripe que apresenta córtex com uma única camada. A superfície interna do basidioma em campo é praticamente lisa, mas quando desidratado as estrias se destacam melhor e é possível observá-la com o auxílio de um microscópio estereoscópico. É bem próxima a *Cyathus crassimurus* que possui um córtex simples e interior completamente liso no entanto, seus peridíolos bem menores (chegam a 1,5 mm de diâmetro) e esporos desprovidos de apículo a tornam distintas. Pelo córtex simples pode ser confundido com *C. helenae* mas este possui o basidioma marcadamente plicado tanto no interior quanto no exterior.

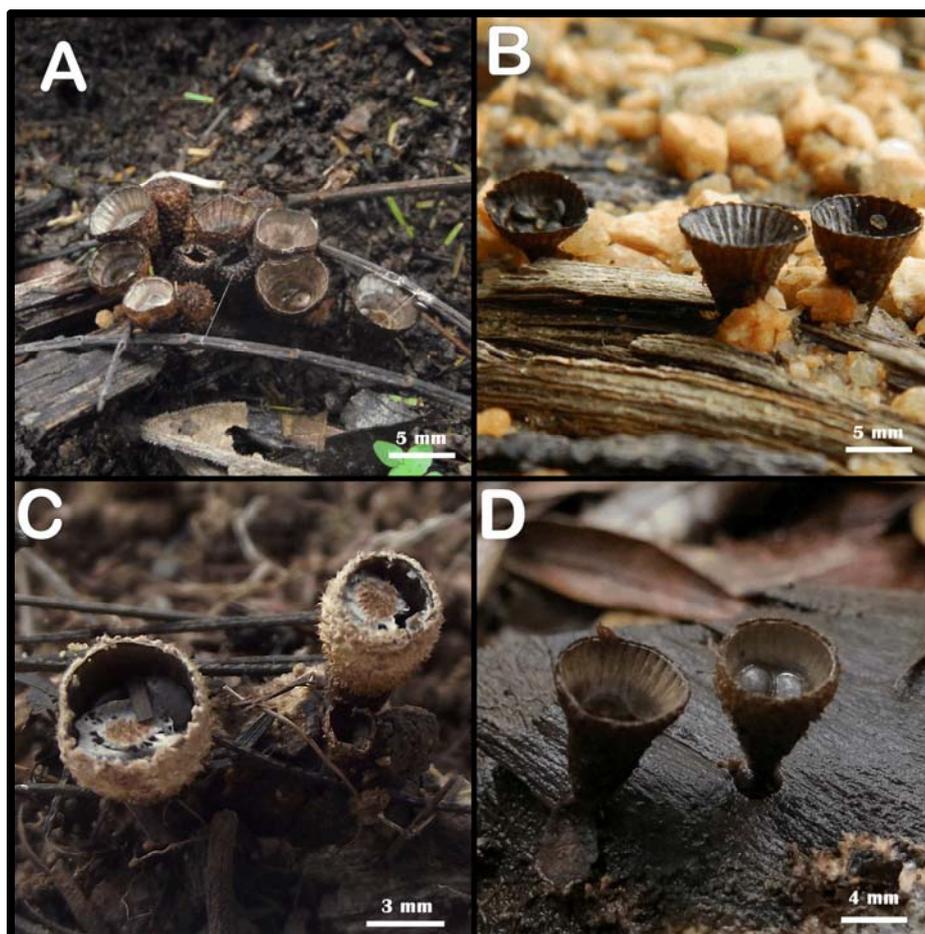


Figura 2: Basidiomas em seu habitat natural. A. *Cyathus* sp. 02; B. *Cyathus* sp. nov. 06; C. *Cyathus* sp. nov. 7; D. *Cyathus* sp. nov. 8

Gênero *Geastrum*

Chave artificial para as espécies estudadas de *Geastrum*

1. Peristômio delimitado..... 2
- 1'. Peristômio não delimitado..... 3
2. Basidioma fornicado..... *Geastrum lloydianum*
- 2'. Basidioma não fornicado..... 4
3. Camada micelial fixa ao substrato como uma cúpula ao remover o basidioma..... *Geastrum javanicum*
- 3'. Camada micelial fixa ao basidioma mesmo após remoção do substrato..... 5
4. Parte externa do exoperídio hirsuto; colar ausente..... *Geastrum hirsutum*
- 4'. Parte externa do exoperídio não hirsuto; colar presente..... *Geastrum triplex*
5. Endoperídio com várias setas de até 120 μm de comprimento..... *Geastrum setiferum*
- 5'. Endoperídio com setas ausente..... 6
6. Capilício com superfície lisa..... *Geastrum* sp. 6
- 6'. Capilício com superfície incrustada..... 7
7. Basidioma imaturo hipógeo com uma camada gelatinosa; esporos com processos colunares fusionados..... *Geastrum* sp. 3
- 7'. Basidioma imaturo epígeo ou se hipógeo sem a camada gelatinosa; esporos com ornamentação diferente..... 8
8. Basidioma maduro pequeno (não ultrapassando os 14 mm de diâmetro); raios do exoperídio curtos (até 6 mm de extensão) e rudimentar..... *Geastrum* sp. 2
- 8'. Basidioma maduro acima dos 15 mm de diâmetro; Raios do exoperídio longos (maior que 6 mm de extensão) e bem desenvolvidos..... 9
9. Basidioma pseudofornicado; esporos com até 3 μm de diâmetro..... *Geastrum* sp. 5
- 9'. Basidioma sacato; esporos que chegam a 4,5 μm de diâmetro..... 10
10. Basidioma imaturo branco; Exoperídio e endoperídio branco; peristômio lacerado..... *Geastrum* sp. 1
- 10'. Basidioma imaturo avermelhado; Exoperídio e endoperídio branco com tons rosados; peristômio fibriloso..... *Geastrum* sp. 4

Basidioma imaturo parcialmente hipógeo, globoso a subgloboso, esbranquiçado (Y10: M00/C00), fortemente aderido a restos vegetais e grãos de areia, 8-15mm de diâmetro. Basidioma expandido 8-11 mm x 24-38 mm. Exoperídio rompendo-se em 5-6 raios não higroscópicos, curvados, revoluto. Camada micelial esbranquiçada (5A1), levemente incrustado com grãos de areia e restos vegetais. Camada fibrosa amarelada (5A2), lisa. Camada pseudoparenquimatosa do exoperídio castanho (6E4), liso, levemente estriado em alguns poucos basidiomas. Endoperídio subgloboso, 10-16 mm de diâmetro, séssil, liso, com um fino tomento de coloração cinza brilhante (B50:Y00/M00), apófise não observada. Peristômio fimbriado, não delimitado. Columela subglobosa a elipsoide. Basidiosporos globosos, 3,6-4,1 μm (3,8 μm), castanhos, com ornamentação verrucosa. Capilício Castanho, não ramificados, levemente incrustados, 2,5-4,5 μm de diâmetro.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em áreas parcialmente sombreadas com muito folhiço em decomposição. Sua frutificação se dá sempre nos maiores picos de chuva (Março-Abril) e é uma das primeiras espécies de *Geastrum* a frutificar no ambiente.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 20/IV/2011. UFRN-Fungos 1721. leg. MMB Barbosa, 18/IV/2011. UFRN-Fungos 1714.

Comentários: Espécie de comum ocorrência no mundo (Sunhede 1989). Em alguns basidiomas a camada carnosa apresentou estrias e o peristômio estava com uma coloração mais clara sem, no entanto, delimitá-la. É uma espécie bem próxima de *Geastrum saccatum* mas este possui o peristômio distintamente delimitado e também não possui a camada micelial fortemente agregado a restos vegetais e grãos de areia com em *G. fimbriatum*.

Basidioma imaturo epígeo, 3-7 x 4-10 mm, castanho avermelhado (B40: Y80/M70), hirsuto, subículo esbranquiçado discreto. Basidioma expandido epígeo, 4-7 x 2-4 mm. Exoperídio rompendo-se em 5-6 raios não higroscópicos, 2-4 mm de extensão. Camada micelial hirsuto, Castanho Avermelhado (B40: Y80/M70). Camada fibrosa lisa, creme (Y20: (M10/C00). Camada carnosa lisa, castanho (Y70: M90/C80), persistente. Endoperídio globoso a subgloboso, 1-3 x 1-2,5 mm, séssil, liso, castanho (B70: Y50/M51). Peristômio distintamente delimitado, fibriloso, castanho claro (Y40: M10/C00). Columela não observada. Basidiosporos globosos, verrucosos, 2,1-3,2 μm (2,8 μm). Capilício com incrustações, ramificações ausentes, 1,2-2,8 μm (2,0 μm).

Aspectos Ecológicos: De hábito lignícola esta espécie cresce em madeira em decomposição que pode ser um tronco ou galhos. Têm preferência por áreas parcialmente a totalmente sombreadas. Sua frutificação se dão no período de chuva (Março a Abril).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, P Marinho. 14/III/2014. UFRN-Fungos 2410. BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, P Marinho. 14/III/2014. UFRN-Fungos 2411. BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, P Marinho. 14/III/2014. UFRN-Fungos 2412. BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, P Marinho. 14/III/2014. UFRN-Fungos 2413.

Comentários: Espécie de origem no Estado de Pernambuco (Baseia & Calonge 2006). É reconhecido pelo seu exoperídio hirsuto e tamanho diminuto. Pode ser confundido com *Geastrum schweinitzii* (Berk. & M.A. Curtis) Zeller sendo que esta possui um exoperídio liso. *Geastrum albonigrum* Calonge & M.Mata também possui um exoperídio hirsuto, entretanto este cresce em solo e não possui qualquer desenvolvimento de subículo. É o primeiro registro para o Estado do Ceará.

Geastrum javanicum Lév., Annl. Sci. Nat., Bot., sér. 3 5: 161 (1846)

Fig. 3C

Basidioma imaturo hipógeo a semi-hipógeo, 6-15 x 7-16 mm, castanho avermelhado (B40: Y80/M70), liso a levemente rugoso, subículo esbranquiçado discreto. Basidioma expandido epígeo, 25 x 35 mm. Exoperídio rompendo-se em 8 raios não higroscópicos, 5-15 mm de extensão. Camada Micelial Externa lisa, castanho (B70: Y50/M50). Camada Micelial interna com estrias discretas, alaranjado (Y60: M60/C20). Camada fibrosa estriada, creme (Y20: (M10/C00). Camada carnosa lisa, castanho (Y70: M90/C80), formada por dois estratos. Endoperídio globoso a subgloboso, 15 x 14 mm, séssil, liso, castanho (B70: Y50/M51). Peristômio fracamente a não delimitado, fibriloso, castanho escuro (Y70: M90/C80). Columela não observada. Basidiosporos globosos, fortemente verrucosos, gutulados, 4,4-6,1 μm (5,1 μm). Capilícios com incrustações, ramificações ausentes, 3,8-7,6 μm (5,7 μm) com paredes espessadas de até 2 μm .

Aspectos Ecológicos: De acordo com Ponce de León (1968) foi relatada para Austrália, África e para todo continente Americano além de West Indies. No Brasil foi relatado para os Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Trierweiler-Pereira et al. 2011) e para Pará e Rio Grande do Norte (Leite et al. 2011). Crescendo em solo rico em restos vegetais em áreas totalmente sombreadas.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 17/III/2012. UFRN-Fungos 1728.

Comentários: Espécie bem próxima a *G. fimbriatum* e *G. saccatum* sendo que *G. javanicum* tem a tendência de perder a camada mais externa do exoperídio geralmente deixando uma cicatriz na base do exoperídio (Ponce de León 1968). *G. fimbriatum* possui uma camada micelial completamente impregnada de grãos de areia e restos vegetais enquanto que *G. javanicum* possui esta camada praticamente livre de restos vegetais. Trata-se do primeiro registro para o Estado do Ceará.

Geastrum lloydianum Rick, Brotéria, sér. Bot. 5: 27 (1906)

Fig. 3D

Basidioma imaturo globoso a subgloboso, base côncava, ápice cônico (forma de cebola), superfície estriada, 11-14 mm de diâmetro, 11-13 mm de altura. Camada micelial impregnada com restos vegetais e grãos de areia, esbranquiçada com tons de castanho (Y50: M70/C80). Basidioma expandido epígeo, fornicado, 30-40 mm de diâmetro, 28-35 mm de altura. Exoperídio rompendo-se em sete raios, não higroscópicos, 11-18 mm de extensão. Camada micelial bege a esbranquiçada (Y00: M00/C00), fortemente incrustado com grãos de areia e restos vegetais. Camada fibrosa lisa e amarelada (Y10: M00/C00). Camada carnosa persistente, Castanho (Y50: M70/C80) a Castanho Escuro (Y70: M80/C80). Endoperídio subgloboso, Castanho (Y60: M70/C60) a Cinza (Y70: M90/C90), superfície com uma fina camada de tomento dando um aspecto veludado, 15 mm de diâmetro, séssil ou com um curto pedicelo (<1mm). Apófise lisa, Cinza (Y10: M10/C30). Peristômio delimitado, Castanho Escuro (Y99: M10/C90) a cinza escuro (B90: Y00/M00), cônico, com até 2-3 mm de altura, sulcado (cerca de 35 sulcos). Columela indistinta. Basidiosporos globosos, verrucosos, castanhos, gutulados, 2,4-3,6 µm (3,1 µm). Capilício amarelado a hialino, levemente incrustado, ondulado, parede fina e lúmen espesso, não ramificados, 2-6 µm.

Aspectos Ecológicos: Normalmente encontrada no solo também pode ser observada colonizando tronco ou restos vegetais em decomposição. Tem preferência por áreas parcialmente sombreadas. Sua frutificação ocorre no período de maior pico de chuva (Março a Abril).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/IV/2011. UFRN-Fungos 1718. leg. MMB Barbosa, 22/III/2012. UFRN-Fungos 1738. leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, RJ Ferreira. 19/III/2014. UFRN-Fungos 2453.

Comentários: Espécie de comum ocorrência em zonas tropicais, além de Austrália e Sri Lanka (Ponce de León 1968). Alguns basidiomas apresentaram algumas variações morfológicas sutis como a delimitação do peristômio de coloração escura e os sulcos do peristômio esbranquiçado

criando um contraste, além disso nos basidiomas imaturos é possível obter da metade até a base várias estrias. De acordo com Ponce de León (1968), possui uma certa semelhança com *Geastrum badium* Pers. mas seu endoperídio sésil e ausência de apófise a tornam distinta.

Geastrum aff. rusticum Baseia, B.D.B. Silva & T.S. Cabral, Nova Hedwigia 98: 267 (2014)

Fig. 3E

Basidioma imaturo epígeo a parcialmente hipógeo, globoso a subgloboso, 8-15 mm de diâmetro, saliência apical não observado. Camada micelial bege (Y10: M00/C00), incrustado com grãos de areia e restos vegetais, recoberto por um fino tomento Castanho (Y90: M70/C70). Basidioma expandido epígeo, 10-25 mm de diâmetro, 5-7 mm de altura, sacato. Exoperídio rompendo-se de 6-7 raios com 4-10 mm de extensão, não higroscópicos, recurvados para baixo. Camada micelial Bege (Y10: M00/C00), tomentoso. Camada fibrosa amarelada (Y10: M00/C00), lisa. Camada carnosa persistente, lisa, Castanho (Y90: M90/C90). Endoperídio subgloboso, sésil, 5-8 mm de diâmetro. Peristômio não delimitado, fibriloso. Basidiosporos globosos, Castanho (Y90: M80/C70) a Ocráceo (Y90: M00/C00), 2,8-4,0 μm (3,6 μm) de diâmetro. Capilício Castanho (Y90: M80/C70), não ramificados, levemente incrustados, 2,0-6,0 μm (4,2 μm) de diâmetro.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em solos argilosos, geralmente em áreas parcialmente sombreadas com pouco substrato.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 19/IV/2011. UFRN-Fungos 1718.

Comentários: Espécie recentemente proposta (Cabral et al., 2014) para áreas de Mata Atlântica no Estado do RN. Relatado pela primeira vez no Estado do Ceará e para áreas de chapada, é bem caracterizada pela aparência áspera do basidioma, além da camada micelial que é espessa e incrustada com restos vegetais, a presença de uma distinta columela e medidas das estruturas microscópicas (Cabral et al., 2014). Possui uma afinidade com *Geastrum floriforme* Fr., mas o mesmo apresenta um exoperídio higroscópico enquanto que *G. rusticum* é claramente não higroscópico. As características da camada micelial pode lembrar em muitos aspectos o *G. fimbriatum*, no entanto, *G. rusticum* apresenta uma série de caracteres (dimensões dos esporos e capilícios, presença de columela bem delimitada) que a tornam diferente. A amostra coletada na Flona do Araripe difere em algumas características da relatada por Cabral et al. (2014) como, por exemplo, o hábito lignícola da amostra da Mata Atlântica. A amostra aqui estudada cresce no solo em áreas com pouca matéria orgânica vegetal, a columela é pouco visível e o capilício é fortemente

incrustado com algumas regiões do capilício apresentando ‘escamas’. Uma análise a nível molecular (em andamento) permitirá delimitar melhor esta espécie, razão pela qual é mantida como afim a *rusticum*.

Geastrum setiferum Baseia, Mycotaxon 84: 136 (2002)

Basidioma imaturo não observado. Basidioma expandido epígeo, 25 x 30 mm. Exoperídio rompendo-se em 5 raios não higroscópicos, 10-25 mm de extensão. Camada Micelial lisa, Castanho Claro (Y70: M60/MC50). Camada fibrosa lisa, Branco Amarelado (Y10: (M00/C00)). Camada carnosa lisa, Castanho (Y50: M60/C50), persistente. Endoperídio globoso a subgloboso, setoso, 8 x 12 mm, séssil, liso, Castanho Claro (Y40: M50/C30). Peristômio delimitado, fibriloso. Columela não observada. Basidiosporos globosos, fortemente verrucosos, 2-3,8 µm (3,2 µm). Capilícios com incrustações, ramificações ausentes, 2-4,6 µm (3,3 µm).

Aspectos Ecológicos: Ocorre no solo com abundância e restos vegetais em decomposição em áreas parcialmente sombreadas. Sua frutificação ocorre no período de maior pico de chuva (Março a Julho).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 17/IV/2011. UFRN-Fungos 1701.

Comentários: Espécie proposta em 2002 cuja característica marcante é o endoperídio com várias setas cimbiformes com até 120 µm de comprimento em sua superfície (Baseia & Milanez 2002). *Geastrum setiferum* lembra, em muitos aspectos (basidioma de tamanho médio e padrões de ornamentação), *G. smardae*. No entanto, *Geastrum setiferum* possui um endoperídio com longas setas cimbiformes e um peristômio bem delimitado. Já foi relatado para o Estado de São Paulo e Pernambuco (Baseia & Milanez 2002), Paraíba (Leite et al. 2007) e Rio Grande do Norte (Sousa et al., 2014). É o primeiro registro para o Estado do Ceará.

Geastrum triplex Jungh., Tijdschr. Nat. Gesch. Physiol. 7: 287 (1840)

Fig. 3F

Basidioma imaturo epígeo lageniforme 14-18 x 22-28 mm, verde (Y60: M30/C40 a Y70: M70/C90). Basidioma expandido, 25-52 x 24-38 mm. Exoperídio rompendo-se em 5-8 raios não higroscópicos, curvados, revoluto. Camada Micelial fracamente incrustada com restos vegetais, lisa, membranosa, esverdeada (Y60: M30/C40 a Y70: M70/C90). Camada fibrosa espessa, lisa, Castanho (Y40: M40/C20). Camada carnosa persistente, lisa, Castanho Escuro (Y70: M99/C70). Endoperídio globoso a subgloboso, 23-28 mm de diâmetro, séssil, liso, apófise não observada.

Colar presente e bem desenvolvido. Peristômio fimbriado, distintamente delimitado. Columela não observado. Basidiosporos globosos, 4,0-5,2 μm (4,4 μm), castanhos, com ornamentação verrucosa. Capilício Ocráceo, ramificações raramente presente, 2-4 μm de diâmetro com paredes espessadas.

Aspectos Ecológicos: Cresce em solo rico em folhas em decomposição em áreas parcialmente sombreada. Ocorre em grupos de 3 ou mais basidiomas.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, P Marinho, 12/III/2014. UFRN-Fungos 2401.

Comentários: Espécie de distribuição cosmopolita (Sunhede 1989; Calonge 1998). É reconhecido pelo basidioma imaturo em forma de cebola e basidioma maduro com um colar bem desenvolvido logo abaixo do endoperídio que possui um peristômio bem delimitado. *Geastrum saccatum* pode ser confundido devido ao seu peristômio delimitado e eventual formação do colar, só que este nunca é bem definido como em *G. triplex* (Trierveiler-Pereira et al. 2011).

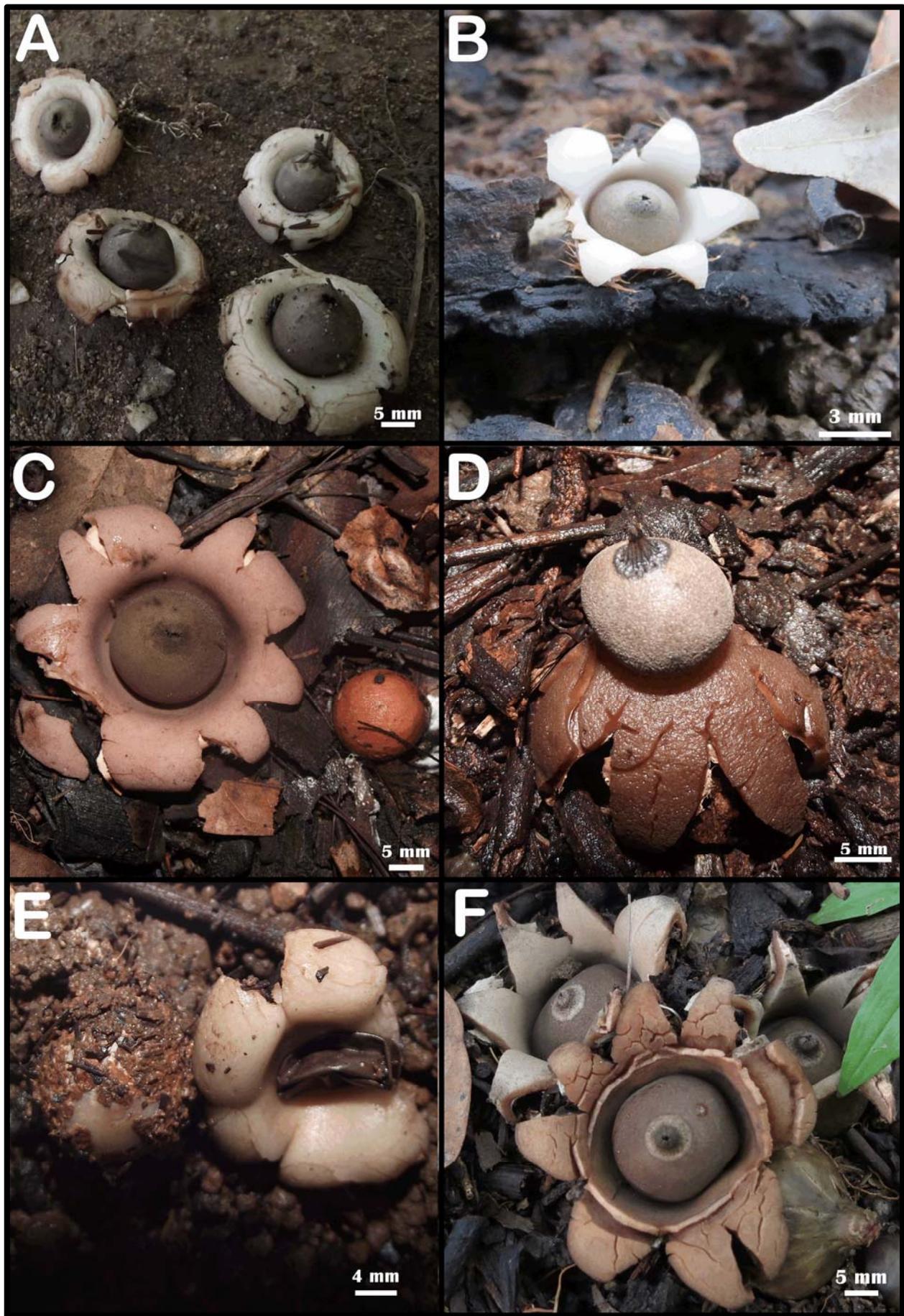


Figura 3: Basidiomas em seu habitat natural. A. *Geastrum fimbriatum*; B. *Geastrum hirsutum*; C. *Geastrum javanicum*; D. *Geastrum lloydianum*; E. *Geastrum* aff. *rusticum*; F. *Geastrum triplex*

***Geastrum* sp. 1**

Fig. 4A

Basidioma imaturo epígeo, subgloboso a irregular, cespitoso, 3-7 x 6-12 mm, Branco (B00: M00/C00), fortemente aderido a grãos de areia. Rizomorfa presente, bem ramificada, até 15 mm de extensão, até 0,5 mm de espessura. Basidioma expandido epígeo, 20-50 x 12-24 mm. Exoperídio rompendo-se em 6-10 raios não higroscópicos, 2-6 mm de extensão. Camada micelial aderida a grãos de areia, Branco (B00: M00/C00). Camada fibrosa lisa, creme (Y20: M10/C00). Camada carnosa lisa, Castanho (Y60: M80/C60), persistente. Endoperídio globoso a subgloboso, 11-14 x 3-7 mm, séssil, liso, Branco (B00: M00/C00) a mais raramente Castanho (Y60: M80/C60). Peristômio não delimitado, fibriloso, rudimentar. Columela não observada. Basidiosporos globosos, 2,4-4,0 μm (3,0 μm), ocráceo, gutulados, fortemente ornamentados. Capilício hialino, incrustado, ramificações não observadas, extremidades afiladas, até 4 μm de diâmetro, lúmen espesso a estreito.

Aspectos Ecológicos: Ocorre no solo onde frutifica sobre folhas e restos vegetais em decomposição. Possui preferência por áreas parcialmente sombreadas e sua frutificação ocorre no período de pico de chuva (Março a Abril).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 23/III/2012. UFRN-Fungos 1740. leg. MMB Barbosa. 05/IV/2013. UFRN-Fungos 2378. leg. MMB Barbosa. 04/IV/2013. UFRN-Fungos 2377.

Comentários: Espécie próxima a *Geastrum fimbriatum* no entanto esta tem um endoperídio mais escuro e um peristômio mais bem desenvolvido. A principal diferença entre eles está nos caracteres microscópicos já que *Geastrum* Sp. 01 possui capilício hialino, algo incomum no gênero, e seus esporos são ligeiramente maiores. Além disso, o padrão de ornamentação de ambas as espécies é distinto.

***Geastrum* sp. 2**

Fig. 4B

Basidioma imaturo não observado. Basidioma expandido epígeo, 14 mm de diâmetro, 6 mm de altura. Rizomorfa não observada. Exoperídio rompendo-se em 6 raios, não higroscópicos, até 6 mm de extensão. Camada micelial incrustada com grãos de areia. Camada fibrosa lisa e amarelada (Y20: M10/C00). Camada carnosa persistente, Castanho (Y50: M60/C60). Endoperídio subgloboso, 6 mm de diâmetro, Castanho (Y50: M60/C60), séssil. Peristômio não delimitado, lacerado. Columela não observada. Basidiosporos globosos, 2,3-3,3 μm (2,8 μm). Capilício ocráceo, fortemente incrustado, ramificações não observadas, até 3,5 μm de diâmetro, lúmen espesso a estreito.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em solos ricos em folhiços e restos vegetais em decomposição. Tem preferência por áreas parcialmente sombreadas e sua frutificação se dá no período de maior intensidade de chuva (Março a Abril).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 19/IV/2011. UFRN-Fungos 1719.

Comentários: Espécie rara na FLONA do Araripe com raios bem curtos e mal formados além de um peristômio bem rudimentar. Seu tamanho diminuto junto a estas outras características a tornam distintivas das espécies mais próximas como *Geastrum fimbriatum* e *G. saccatum*.

***Geastrum* sp. 3**

Fig. 4C

Basidioma imaturo epígeo, subgloboso, 2,5 mm de diâmetro, não pontiagudo, camada micelial castanho-avermelhado (Y70: M80/C50) quando fresco, Castanho Escuro (Y90: M90/C90) quando desidratado. Basidioma expandido epígeo, sacato, 60 mm de diâmetro quando fresco e 20 mm de diâmetro quando desidratado. Exoperídio rompendo-se em seis raios, não higroscópicos, até 20 mm de extensão quando fresco e 10 mm de extensão quando desidratado. Camada micelial esbranquiçada (B00: M00/C00), lisa. Camada fibrosa amarelada (Y30: M00/C00), lisa. Camada carnosa persistente, Castanho (Y70: M70/C80), lisa. Endoperídio subgloboso, 10 mm de diâmetro, sésil. Peristômio não delimitado, lacerado. Basidiosporos globosos, verrucosos, 2,2-4,0 µm (3,18 µm). Capilício incrustado, 2-4,5 µm de diâmetro.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em áreas rica em folhiço e restos vegetais em decomposição. Tem preferência por áreas completamente sombreadas e sua frutificação se dá no período de maior chuva (Março a Abril).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/IV/2011. UFRN-Fungos 1712.

Comentários: Espécie com rara frutificação na FLONA do Araripe. É bem caracterizado pelo seu basidioma de tamanho médio e coloração esbranquiçada. Possui grande similaridade com *Geastrum fimbriatum*, no entanto este possui o basidioma imaturo esbranquiçado e fortemente aderido a restos vegetais e grãos de areia enquanto que *Geastrum* Sp. 04 é avermelhado e sem qualquer vestígio de restos vegetais impregnados em sua camada micelial. Por se tratar de um único basidioma sua delimitação morfológica fica comprometida além da dificuldade em se extrair DNA sem degradar a única exsicata disponível; por esta razão, esforços estão sendo realizados no sentido de recoletá-las.

***Geastrum* sp. 4**

Fig. 4D

Basidioma imaturo não observado. Basidioma expandido epígeo, 30 mm de diâmetro, 15 mm de altura, pseudoformicado. Exoperídio rompendo-se em seis raios, não higroscópicos, 8-12 mm de extensão. Camada micelial Castanho Amarelado (Y50: M50/C40), rugoso, veludado. Camada fibrosa bege (Y20: M10/C00), liso. Camada carnosa persistente e adnato, Castanho (Y30: M30/C30). Endoperídio subgloboso, séssil, Castanho (Y40: M40/C40). Peristômio não delimitado e fibriloso. Basidiosporos globosos, verrucosos, hialino esverdeados, discretamente gutulado, 2,2 – 3,0 μm (2,6 μm). Capilício abundante, hialino esverdeados, superfície incrustada, ramificações raramente presente, 2,0-4,0 μm (2,6 μm), com paredes espessadas de até 2 μm .

Aspectos Ecológicos: Ocorre no solo rico em folhiços e restos vegetais em decomposição em áreas totalmente sombreadas. Frutifica preferencialmente no período de maior pico de chuva (Março-Abril)

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/IV/2011. UFRN-Fungos 1713.

Comentários: Espécie de rara frutificação na FLONA do Araripe com uma única coleta de um único basidioma em um estado ruim de preservação. Para uma melhor delimitação se faz necessário mais coletas deste material. Em termos morfológicos, sua aparência macroscópica e seus caracteres microscópicos lembra um pouco *Geastrum triplex*, mas uma série de outros caracteres (consistência da camada micelial, peristômio não delimitado, ausência de colar) a tornam distintas.

***Geastrum* sp. 5**

Basidioma imaturo não observado. Basidioma expandido arqueado, 25 mm de diâmetro, 5 mm de altura. Exoperídio rompendo-se em seis raios, não higroscópicos, 2-5 mm de extensão. Camada micelial esbranquiçada (Y00: M00/C00), superfície rugosa. Camada fibrosa espessa, alaranjado (Y30: M20/C00). Camada carnosa persistente, Castanho Escuro (Y50: M80/C90), liso. Endoperídio subgloboso, 11 mm de diâmetro, séssil, Castanho Escuro (Y50: M80/C90), colar rudimentar presente. Peristômio não delimitado, lacerado. Basidiosporos globosos, ocráceo, 2,8-4,2 μm (3,8 μm). Capilício hialino amarelado, liso a levemente rugoso, não ramificados, 1-4 μm , lúmen largo a imperceptível.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em campo aberto com pouco folhiço e em áreas parcialmente sombreadas. Sua frutificação ocorre no período de Abril.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 20/IV/2011. UFRN-Fungos 1723.

Comentários: Espécie bem curiosa e de rara frutificação na FLONA do Araripe. Sua camada carnosa é mais persistente nas extremidades que é completamente curva na base. Seu endoperídio possui diversas marcas em forma de linha com coloração negra. Lembra um pouco *Geastrum fimbriatum* mas o tamanho diminuto e disposição dos raios a tornam distintas. Material com um único basidioma o que tornou inviável as análises moleculares.

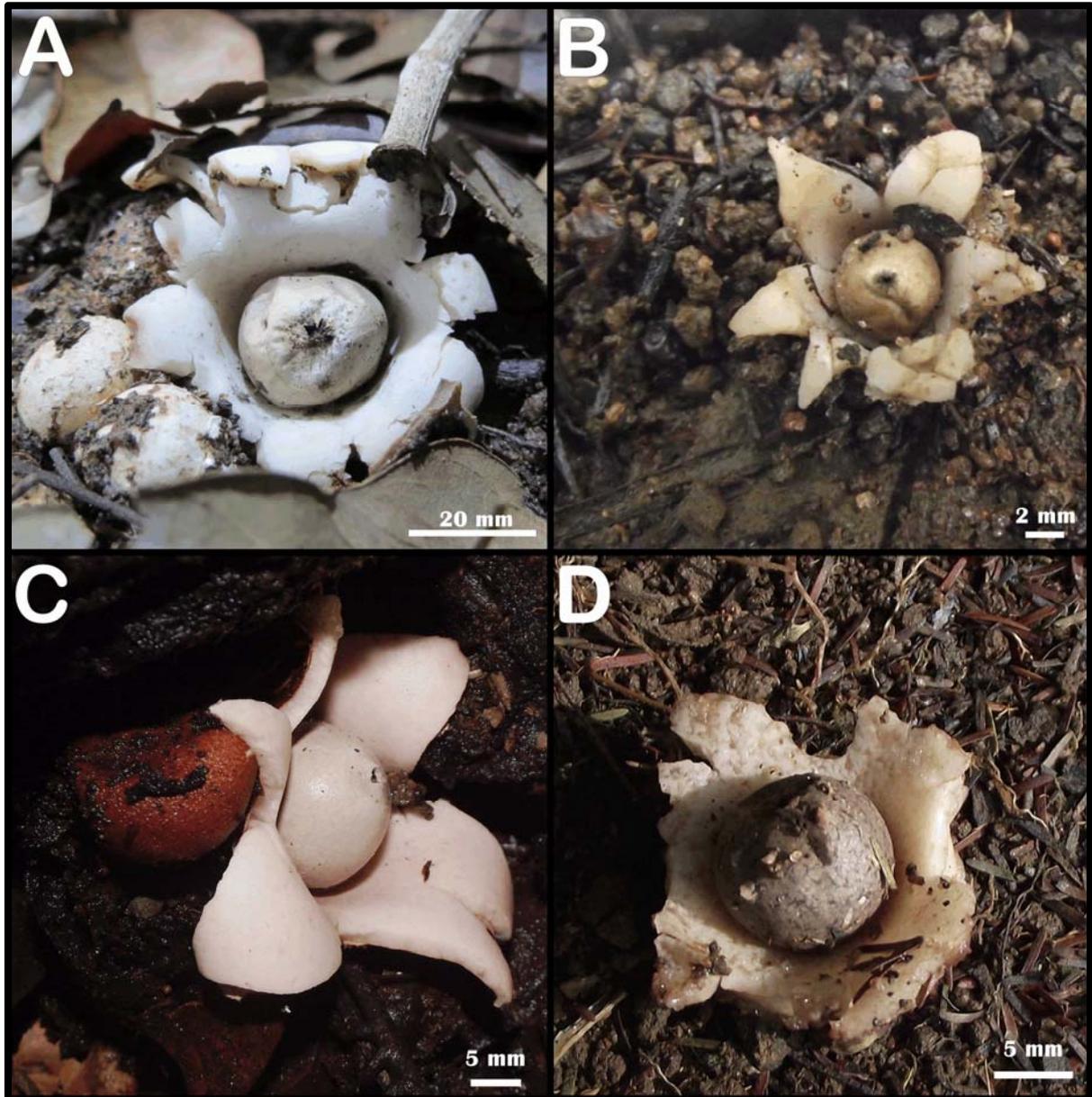


Figura 4: Basidiomas em seu habitat natural. A. *Geastrum* Sp. 1; B. *Geastrum* Sp. 2; C. *Geastrum* Sp. 3; D. *Geastrum* sp. 4

Gênero *Bovista*

Bovista pedicellata Sp. Nov. Barbosa, Calonge & Baseia

Fig. 5A

Basidioma epígeo, 14-16 mm de diâmetro, 8-12 mm de altura, subgloboso. Exoperídio Castanho (Y70: M80/C70), granuloso a espinhoso. Endoperídio liso, Creme (Y10: M00/C00). Base estéril ausente a rudimentar. Gleba cotonosa a pulverulenta, Castanho (Y90: M99/C90). Basidiosporos globosos, gutulados, finamente asperulado, hialino a levemente ocráceo, 3,8-4,8 μm (4,3 μm), pedicelos longos, reto a levemente curvado e truncado, 5-25 μm (12 μm). Paracapilício ausente. Capilício presente, hialino Castanho, septado, poros presente, 4-9 μm (5,76 μm). Exoperídio composto por hifas globosas, subglobosas a irregulares, 11-25 μm de diâmetro, arranjo não em cadeia, Castanho Claro (Y80: M70/C60), paredes hialinas de até 2 μm de espessura.

Aspectos Ecológicos: Cresce em galhos e troncos em decomposição em áreas parcialmente sombreadas em grupos. Sua frutificação ocorre de março a maio podendo os basidiomas perdurarem por alguns meses. Até o momento relatado apenas para o Brasil.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 17/III/2014. UFRN-Fungos 2435.

Comentários: Espécie curiosa que à primeira vista nos leva a crer ser do gênero *Morganella* devido ao hábito lignícola. No entanto, após uma cuidadosa análise microscópica, pode-se observar que, na verdade, esta amostra pertence ao gênero *Bovista* e que, até o momento, apenas duas espécies deste táxon foram relatadas como lignícola, ambas crescendo em casca de árvore viva (*B. ochrotricha* Kreisel e *B. acuminata* (Bosc.) Kreisel. Entretanto, *B. pedicellata* frutifica em madeira em decomposição. Além disso nenhuma das duas espécies anteriormente citadas possui um pedicelo tão longo quanto a de *B. pedicellata*.

Gênero *Morganella*

Morganella alborosea Barbosa, Calonge & Baseia sp. nov.

Fig. 5B

Basidioma imaturo esbranquiçado (B00: M00/C00) no início do desenvolvimento tornando-se Castanho (M99:Y70/C60) até a abertura do poro apical, até 5 mm de diâmetro. Basidioma maduro piriforme a subgloboso, 6-13 mm de diâmetro, 2-10 mm de altura, pseudo-estipe rudimentar. Rizomorfa presente, branca (B00: M00/C00), ramificada e delgada. Exoperídio minutamente espinhoso, com até 0,2 mm de extensão, Castanho (M99: Y99/C80), decíduo com a idade. Endoperídio persistente, Branco (B00:M00/C00), papiráceo. Poro apical circular, bem definido, até 0,5 mm de diâmetro. Base estéril desenvolvida, subcelular a compacta, 2-13 mm de diâmetro, Branco (B00: M00/C00) a amarelado (B00: Y30/M00). Gleba pulverulenta, Castanho (Y90: M90/C90), diafragma ausente. Basidiosporos globosos, equinulados, Castanho Claro (B20: Y60/M40), 4,4-6,6 μm (5,3 μm). Capilício ausente. Paracapilício presente, não ramificados e membranosos. Esferocistos do exoperídio não organizadas em cadeias, subglobosos a alongados, as vezes irregular, 9-25 x 7-13 μm (7 x 17 μm).

Aspectos Ecológicos: Cresce sobre madeira em decomposição em áreas bem sombreadas. Sua frutificação se dá no período de maio a junho podendo os basidiomas perdurarem por mais alguns poucos meses. Até o momento conhecido apenas para o Brasil.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz 17/III/2014. UFRN-Fungos 2429; leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz 17/III/2014. UFRN-Fungos 2433.

Comentários: É bem caracterizada pelos espinhos curtos de formas piramidais no exoperídio que, com a idade, cai em placas lembrando sutilmente *Lycoperdon marginatum* Vittad. deixando o endoperídio, que é persistente e que sempre se apresenta em duas cores (branco e rosado), mesclando uma com a outra em alguns pontos. Sua morfologia lembra, em alguns aspectos, *Morganella compacta* (G. Cunn.) Kreisel & Dring, sendo que este possui processos piramidais bem mais longos no exoperídio além do mesmo não fragmentar-se em placas com a idade. *Morganella samoensis* (Bres. & Pat.) P. Ponce de León lembra em alguns aspectos *M. alborosea* sendo que o primeiro possui esporos lisos enquanto que a segunda possui esporos espinhosos.

Morganella fuliginea (Berk. & M.A. Curtis) Kreisel & Dring, Reprim nov. Spec. Regni veg. 74 (1-2): 113 (1967) Fig. 5C

≡ *Lycoperdon fuligineum* Berk. & M.A. Curtis, in Berkeley, J. Linn. Soc., Bot. 10 (46):345 (1868)

Basidioma imaturo branco, até 5 mm de diâmetro. Basidioma maduro piriforme a subgloboso, 12 mm de diâmetro, 8 mm de altura, pseudo-estipe rudimentar. Rizomorfa presente, branca (B00: M00/C00), ramificada e delgada. Exoperídio granuloso em tons de castanho (Y70: M90/C99) e violeta (C99: Y50/M80), decíduo com a idade. Endoperídio persistente, Castanho Claro (Y20: M10/C00), papiráceo. Poro apical circular, bem definido. Base estéril rudimentar, até 2 mm de extensão, amarelado (Y20: M10/C00), compacta. Gleba pulverulenta, Castanho (Y60: M80/C70), diafragma ausente. Basidiosporos globosos, equinulados, hialinos, 4-5 µm (4,2 µm). Capilício ausente. Paracapilício presente, não ramificados e membranosos. Esferocistos do exoperídio em cadeia com paredes espessadas (1-2 µm), subglobosos a alongados, 6-30 x 6-12 µm (9 x 13 µm).

Aspectos Ecológicos: Ocorre sobre galhos e troncos caídos ou não em decomposição geralmente em áreas parcialmente sombreadas.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/III/2012. UFRN-Fungos 1732.

Comentários: Possui uma distribuição pantropical como relatado por Kreisel & Dring (1967). Espécie bem difundida no Brasil com um único relato para o semi-árido (Baseia et al. 2014). É reconhecida pelos seus basidiomas pequenos em tons de castanhos que crescem sobre madeira morta, exoperídio verrucoso, base estéril rudimentar, esporos equinulados e esferocistos em cadeias. No Brasil foi relatada pela primeira vez por Rick (1961) e posteriormente como *Morganella mexicana* por Suárez & Wright (1996), ambos para o Estado do Rio Grande do Sul. Mais tarde foi relatada para o Estado do Paraná (de Meijer 2006), São Paulo (Bononi et al. 1981), Rio de Janeiro, Goiás e Distrito Federal (Suárez & Wright 1996). Para a região Norte do Brasil foi citada no Estado de Roraima por Capelari & Maziero (1988) e finalmente para a região Nordeste foi relatada pela primeira vez por Trierveiler-Pereira et al. (2010). Sendo, portanto, de ampla distribuição no Brasil.

***Morganella aff. subincarnata* (Peck) Kreisel & Dring**, Reprim nov. Spec. Regni veg. 74 (1-2): 117 (1967) Fig. 5D

Basidioma imaturo esbranquiçado (B00: M00/C00) a Castanho Escuro (M99: Y70/C70), até 10 mm de diâmetro. Basidioma maduro subgloboso a levemente piriforme, 10-15 mm de diâmetro, 5-10 mm de altura, pseudo-estipe rudimentar. Rizomorfa presente, esbranquiçada (B00: M00/C00), ramificada e delgada. Exoperídio levemente espinhoso a granuloso Castanho Avermelhado (M99: Y90/C60) a Castanho Escuro (M99: Y70/C70), fragmentando-se em placas, decíduo com a idade. Endoperídio persistente, levemente areolado, Castanho Acinzentado (B50:Y20/M10), papiráceo. Poro apical circular, bem definido, até 5 mm de diâmetro. Base estéril rudimentar, até 3 mm de extensão, amarelado (B20: Y60/M00), celular, 0,6-1,5 mm de diâmetro. Gleba pulverulenta, Castanho (Y70: M80/C70), diafragma ausente. Basidiosporos globosos, equinulados, hialinos, 3,8-5,1 μm (4,3 μm). Capilício ausente. Paracapilício presente, não ramificados e membranosos, substâncias amorfas presente, 3-7 mm de diâmetro. Esferocistos do exoperídio, subglobosos a alongados, 14-34 x 12-21 μm (22 x 13 μm).

Aspectos Ecológicos: Ocorre em solos argilosos com abundância de matéria vegetal em decomposição e em áreas totalmente sombradas. Geralmente ocorre em grupos de 3 ou 5 basidiomas. Registrado para América Central (Calonge & Mata 2006) e América do Norte (Ponce de León 1971).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz 17/III/2014. UFRN-Fungos 2431.

Comentários: Bem caracterizada pelo endoperídio areolado e exoperídio formado por pequenos espinhos piramidais. É uma espécie bem próxima a *Morganella compacta* (G. Cunn.) Kreisel & Dring sendo que a primeira possui processos piramidais bem mais compridos. Além disso *M. compacta* possui esferocistos globosos a subglobosos enquanto que *M. subincarnata* possui esferocistos alongados. Também lembra, em muitos aspectos, *Morganella costaricensis* M.I. Morales, no entanto, esta possui esporos lisos e pedicelados. É o primeiro registro para a América do Sul.

Gênero *Vascellum*

Vascellum aff. *curtisii* (Berk.) Kreisel, Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 68: 86 (1963)

Fig. 5E

Basidioma subgloboso a piriforme, 10-24 mm de diâmetro, 3-13 mm de altura, com um pequeno pseudoestipe e com algumas poucas rizomorfas presos ao substrato. Exoperídio furfuráceo a levemente espinhoso, Castanho (B30: Y60/M40), na maturidade os espinhos se tornam mais granular e finalmente desaparecem totalmente. Endoperídio Castanho Claro (Y20: M10/C00), papiráceo e liso. Poro apical desenvolvido e irregular, até 5 mm de diâmetro. Gleba pulverulenta, Castanho (Y80: M80/C60). Diafragma presente, inconspícua, desaparecendo com o tempo. Base estéril celular, Branco Amarelado (Y10: M00/C00), 4-10 mm de extensão. Rizomorfa escassos, delgado e pequenos. Basidiosporos globosos a raramente suglobosos, Ocráceo (B10: Y99/M50), 3,7-4,8 μm (4,2 μm), finamente espinhoso ao microscópio óptico, pedicelo raramente presente de até 3,5 μm , hialino. Eucapilício presente, não ramificada, superfície lisa, Ocráceo (B10: Y99/M50), 2,7-3,9 μm (3,3 μm) de diâmetro, com paredes espessadas de até 1,5 μm . Paracapilício presente, hialino, não ramificada, septo presente, 2,5-3,6 μm (3,0 μm). Exoperídio formado por esferocistos globosos a subglobosos, 12-38 x 12-30 μm (23 x 18 μm).

Aspectos Ecológicos: Cresce em galhos e restos vegetais em decomposição ocorrendo em áreas parcialmente sombreadas em grupos. Já foi registrado para

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. RJ Ferreira, 13/III/2014. UFRN-Fungos 2406.

Comentários: Apesar deste espécime apresentar um diafragma bem inconspícuo, várias outras características como hábito terrícola, existência de paracapilício em abundância e de eucapilício nos permite caracterizá-la como sendo do gênero *Vascellum*. *V. curtisii* é caracterizado por um exoperídio com espinhos marcados com uma camada furfurácea (Homrich & Wirght 1988) além de esporos globosos e espinhosos. É uma espécie próxima a *V. pratense* (Pers.) Kreisel, sendo que este possui um diafragma bem desenvolvido e ausência de eucapilício. *V. pampeanum* (Speg.) Homrich é uma outra espécie próxima sendo que a mesma possui um endoperídio com superfície áspera (Homrich & Wright 1988). Primeiro registro para o Ceará.

Gênero *Scleroderma*

Scleroderma bovista Fr., Syst. Mycol. (Lundae) 3 (1): 48 (1829)

Fig. 5F

Basidioma imaturo globoso a subgloboso, 17-24 mm de diâmetro, 18-23 mm de altura, Castanho Escuro (B90: Y99/M40) a Castanho Claro (Y60: M50/C00), base rizomórfica presente bem desenvolvida, 3-10 mm de extensão, 3-8 mm de diâmetro. Basidioma 23-50 mm de diâmetro, 13-50 mm de altura, subgloboso-estrelado a estrelado, com uma base rizomórfica bem desenvolvida (< 30 mm de extensão e <12 mm de espessura). Perídio rígido, espesso (<3 mm de espessura), Castanho Escuro (B90: Y99/M40) a Castanho Claro (Y60: M50/C00), superfície lisa na parte basal e escamosa na parte superior, rompendo-se de 6 a 12 raios, não higroscópico. Gleba pulverulenta, Castanho Escuro (Y60: M99/C80), quase negro. Basidiosporos globosos a irregulares, 9-13 µm (11,7 µm) de diâmetro, Castanho Alaranjado (Y70: M60/C40), reticulado-equinado, retículo não contínuo, espinhos pontiagudos a levemente recurvados. Perídio formado por hifas hilinas, filamentosas, regularmente septada, ramificadas em Y apenas nas extremidades, até 5 µm de diâmetro.

Aspectos Ecológicos: Cresce em solo com pouca ou abundante matéria vegetal em decomposição. De distribuição cosmopolita: Europa (Pegler et al. 1995), África (Bottomley 1948), Ásia (Obase et al. 2007), Oceania (Cunningham 1944; Chu-Chou & Grace 1983) América (Guzmán, 1970). No Brasil já foi registrado para os Estados de Santa Catarina (Giachini et al. 2000), Rio Grande do Sul (Cortez et al. 2011) e Pernambuco (Gurgel et al. 2008).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. RJ Ferreira, 14/V/2014. UFRN-Fungos 2464.

Comentários: É bem caracterizada pelo basidioma castanho, geralmente em forma estrelada e com esporos reticulados. Trata-se de uma espécie próxima a *Scleroderma cepa* Pers. sendo que esta apresenta esporos equinulados. Gurgel et al. (2008) observaram estruturas típicas de ectomicorrizas, manto e a rede de Hartig, evidenciando que esta espécie pode ser um importante associada de plantas nativas. Este é o primeiro registro para o Estado do Ceará.

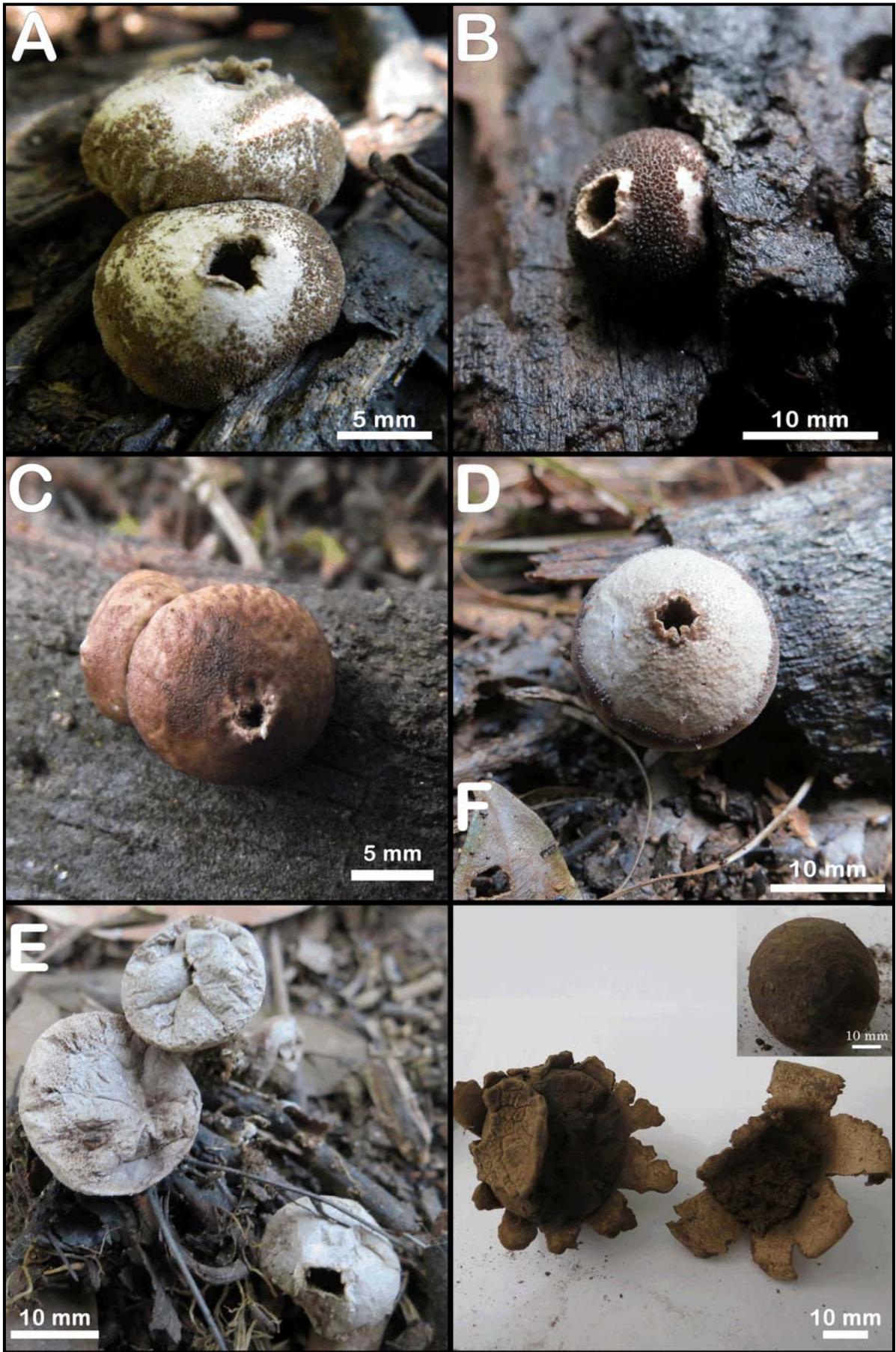


Figura 5: Basidiomas de Lycoperdaceae e Sclerodermataceae. A. *Bovista pedicellata*; B. *Morganella alborosea*; C. *Morganella fuliginea*; D. *Morganella* aff. *subincarnata*; E. *Vascellum* aff. *curtisii*; F. *Scleroderma bovista*

Gênero *Mutinus*

Chave artificial para as espécies estudadas de *Mutinus*

1. Gleba verde oliva..... *Mutinus* sp. nov.
- 1'. Gleba vermelho vivo..... *Mutinus* aff. *argentinus*

Mutinus sp. nov.

Fig. 6A-B

Basidioma imaturo, subgloboso a ovoide, até 15 mm de diâmetro, Branco Amarelado (Y10: M00/C00), preso ao substrato por rizomorfa delgadas e ramificadas, Branco (B00: M00/C00). Basidioma maduro cilíndrico, 40-65 mm de altura, 5-10 mm de espessura. Volva persistente, Branco Amarelado (Y10: M00/C00), 8-14 mm de altura, até 10 mm de diâmetro. Pseudoestipe Branco Neve (B00: C00/Y00) com marcações poligonais sutis, formado por hifas pseudoparenquimatosas globosas a subglobosas, 29-44 μm de diâmetro. Região glebífira proeminente, quase metade do basidioma, Verde Oliva (B70: C00/Y40), 15-35 mm de extensão, ruguloso, perfurado no ápice. Basidiosporos elíptico, hialino, binucleado, 3-4 x 1-3 μm (3,7 x 2 μm), com paredes espessadas de 0,4-1,1 μm (0,7 μm).

Aspectos Ecológicos: Encontrado crescendo em solo ou em madeira em decomposição, em áreas sombreadas a parcialmente sombreadas. Sua frutificação ocorre de Março a Junho, sendo bem efêmero.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 16/III/202. UFRN-Fungos 1727; leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, P Marinho, 13/III/2014. UFRN-Fungos 2405; leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 18/III/2014. UFRN-Fungos 2441; leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, RJ Ferreira, 19/III/2014. UFRN-Fungos 2455; leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 20/III/2014. UFRN-Fungos 2461;

Comentários: Espécie de comum ocorrência na FLONA do Araripe a qual foi coletada várias vezes nas expedições. Não apresenta um substrato específico podendo ocorrer tanto em solo como em madeira. Diferencia-se de espécies comuns no Brasil como *Mutinus caninus* (Huds.) Fr. e *M. bambusinus* (Zoll.) E. Fisch., por apresentar um basidioma delicado e esbranquiçado onde a região da gleba, de coloração verde oliva, ocupa a parte apical sem, no entanto, cobrir o ápice. O pseudoestipe atravessa toda a região da gleba e é perfurado no ápice. É um gênero muito pouco estudado

com apenas 26 espécies registradas no banco de dados do Index Fungorum (descartadas as sinomínias).

Mutinus aff. argentinus Speg., Anal. Soc. cient. argent. 24: 62 (1887)

Fig. 6C-D

Basidioma imaturo, subgloboso a ovoide, 7,5-9,4 mm de diâmetro, 10-14 mm de altura, Branco (B00: M00/C00) a Amarelo (Y70: M10/C00), preso ao substrato por rizomorfa delgadas e ramificadas, Branco (B00: M00/C00). Basidioma maduro cilíndrico, 40-55 mm de altura, 4-6 mm de espessura. Volva persistente, Branco Amarelado (Y10: M00/C00), 8-14 mm de altura, até 10 mm de diâmetro. Pseudoestipe Branco Neve (B00: C00/Y00) com marcações poligonais a cilíndricas bem destacadas, formado por hifas pseudoparenquimatosas globosas a subglobosas, 20-50 µm de diâmetro. Região glebífira proeminente, quase metade do basidioma, Vermelho Brilhante (B10: Y99/M99) a Vermelho Acastanhado (B40: Y99/M80), 15-20 mm de extensão, ruguloso formado por processos pseudoparenquimatosos, 20-27 x 12-23 µm (22 x 16 µm), com paredes de até 2 µm, perfurado no ápice. Basidiosporos elíptico, hialino, binucleado, 3,3-4,4 x 1,7-2,6 µm (3,8 x 2,2 µm), com paredes espessadas de 0,5-1,3 µm (0,8 µm).

Aspectos Ecológicos: Cresce em solo com abundância de matéria vegetal em decomposição em áreas bem abertas, parcialmente sombreadas. As frutificações ocorrem no início das chuvas (Março a Abril) e são bastante efêmeros. Ocorre em Argentina (Spegazzini 1887), Trinidad & Tobago (Reid 1977), África (Dring & Rose 1977), Panamá (Gube & Piepenbirng 2007), Brasil (Magnago et al. 2013), Ilha de São Tomé (Degreef et al. 2013).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, RJ Ferreira, 19/III/2014. UFRN-Fungos 2451.

Comentários: Espécie coletada em área de Cerrado. Sua frutificação ocorre em abundância no início das chuvas. É bem caracterizada pelo basidioma pequeno com pseudoestipe branco neve e região glebífira vermelho vivo sendo que nos espécimes mais velhos sua coloração passa a ficar mais opaca. Se assemelha ao *M. bambusinus* que possui basidiomas maiores e pseudoestipe avermelhado. Este é o primeiro registro de *M. argentinus* para o Ceará.

Gênero *Phallus*

Phallus indusiatus Junius ex L., Saccardo's Syll. fung. VII: 3; XV: 279

Fig. 6E-F

Basidioma imaturo globoso a subgloboso, 10-30 mm de diâmetro, Castanho (Y60: M60/C50), rizomorfias delgadas e ramificadas, Branco (B00: M00/C00). Basidioma cilíndrico, 10-15 cm de

altura, 1,6-2,0 cm de diâmetro. Volva presente, até 3 cm de altura, até 2 cm de espessura, Castanho (Y60: M60/C50). Pseudoestipe Branco (B00: M00/C00), com marcações digitiformes, esponjoso, oco. Indúcio presente, bem desenvolvido, Branco (B00: M00/C00), cobrindo todo o pseudoestipe incluso a volva. Receptáculo campanulado, reticulado e perfurado no ápice. Gleba mucilaginosa, de odor fétido, Verde Oliva (B70: C00/Y70). Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 4,2-5,8 x 1,4-2,2 μm (3,8 x 1,8 μm).

Aspectos Ecológicos: Crescendo em solos argilosos com abundância de matéria vegetal em decomposição, em mata densa de áreas parcialmente sombreadas. Sua frutificação ocorre no início das chuvas (Março a Abril). Sua distribuição é considerada Pantropical (Calonge et al. 2005).

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 17/III/2014. UFRN-Fungos 2432; leg. MMB Barbosa, RHSF Cruz, 20/III/2014. UFRN-Fungos 2457.

Comentários: Espécie de comum ocorrência no mundo todo. No Brasil já foi relatado para os Estados de RS, SP, PR, RN (Trierveiler-Pereira & Baseia 2009) e PB (Trierveiler-Pereira & Baseia 2010). É reconhecido pelo seu indúcio bem desenvolvido e gleba mucilaginosa de cor verde oliva. É o primeiro registro para o Estado do Ceará.

Gênero *Clathrus*

***Clathrus columnatus* Bosc.,** Mag. Gessell. naturf. Freunde, Berlin 5: 85 (1811) Fig. 6G-H

Ovos subglobosos a globosos, branco (B00: M00/C00), 10-30 mm de diâmetro. Basidioma epígeo, cilíndrico com 4 colunas preso no ápice mas livre na base, 30-60 mm de altura, 10-25 mm de diâmetro, alaranjado (B00: Y80/M50). Gleba mucilaginosa revestindo o arco superior interno das colunas, Verde Oliva (B99: C80/Y80), odor fétido. Basidiosporos cilíndricos, com extremidades pontiagudas, lisos, hialino azulados, 4,1-5,1 x 1,5-2,6 μm (2 x 4,4 μm), paredes espessadas de 0,3-0,5 μm (0,4 μm).

Aspectos Ecológicos: América, África e Nova Zelândia (Dring 1980, Saénz & Nassar 1982, Calonge et al. 2005). Cresce sobre o solo podendo estar mais ou menos abundante de folhas e restos vegetais em decomposição. Ocorre em áreas sombreadas ou parcialmente sombreadas.

Material Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 22/III/2012. UFRN-Fungos 1737. leg. MMB Barbosa, 09/IV/2013. UFRN-Fungos 2396.

Comentários: Trata-se de uma espécie de comum ocorrência nos neotrópicos (Baseia et al. 2006). É reconhecido pelo seu basidioma clatrado de cor alaranjada cujos pontos de origem dos braços estão livres, sem qualquer junção. É muito próxima a *Laternea triscapa* Turpin cuja principal diferença reside no fato deste gênero possuir uma estrutura chamada região glebífera a qual os esporos estão alojados lembrando uma lanterna, já no gênero *Clathrus* possui sua gleba revestindo a porção interna superior dos braços. *Pseudocolus fusiformis* (E. Fish.) Lloyd possui uma morfologia muito próxima a *C. columnatus*, o primeiro se diferencia por possuir os braços unidos na base enquanto que no segundo os braços são livres sem qualquer tipo de junção. No Brasil a espécie já foi relatada para várias localidades (Trierveiler-Pereira & Baseia 2009) sempre restrito para regiões mais ao sul. No Nordeste foi relatado como *Laternea triscapa* (Baseia et al. 2006, Leite et al. 2007). Este é o primeiro registro para região do semiárido.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao CNPq pelo fornecimento de bolsa de pesquisa do primeiro autor bem como pelo apoio financeiro dado ao projeto por intermédio dos projetos PPBio/Fiocruz/casadinho. Agradecemos também ao ICMBio na pessoa do Dr. Francisco Willian Brito pela autorização de pesquisa na área de estudo bem como por todo o apoio logístico fornecido.

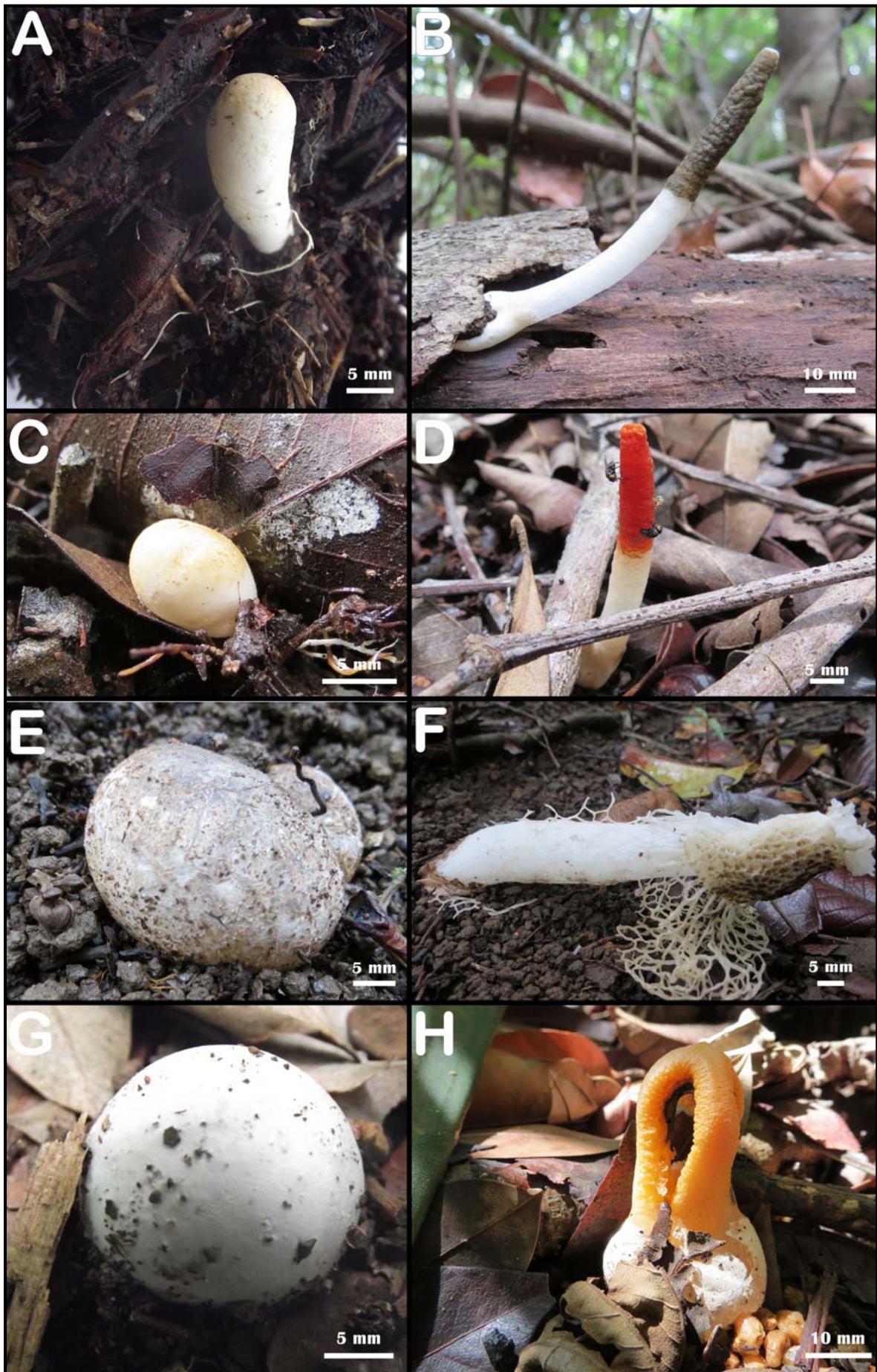


Figura 6. Basidiomas de Phallaceae e Clathraceae. A-B: *Mutinus* sp. C-D: *Mutinus argentinus*. E-F: *Phallus indusiatus*; G-H: *Clathrus columnatus*.

5. *CALVATIA ISABELLINA* (BASIDIOMYCOTA; LYCOPERDACEAE): UMA NOVA ESPÉCIE PARA O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO²

Resumo

Com o objetivo de aumentar o conhecimento sobre a diversidade de fungos gasteroides em áreas do semi-árido brasileiro é que foram realizadas expedições de coleta na "Floresta Nacional do Araripe" uma unidade de conservação caracterizada principalmente por uma floresta úmida, ocorrendo em um platô de 900 metros de altura, rodeada por uma extensa área de Caatinga. Esta característica torna a unidade de conservação peculiar e único para o estudo da biodiversidade. Como parte dos resultados obtidos propomos uma nova espécie de *Calvatia* aqui chamado *C. isabellina*. Imagens macroscópicas e microscópicas do holótipo são fornecidos. São também discutidas as análises morfológica e molecular.

Palavras-Chave: taxonomia, fungos-gasteroides, biodiversidade, rDNA nuclear, neotrópicos

Introdução

Elias Fries propôs o gênero *Calvatia* em 1849 em sua publicação *Systema Mycologicum* (1823-1829) na qual *Bovista craniiformis* Schwein e outras espécies com perídio membranoso e deiscência irregular são acomodadas (Fries 1849). Desde então, e apesar da dificuldade de delimitar os diversos gêneros de puffballs, alguns estudos foram propostos quase todos considerando apenas aspectos morfológicos (Morgan 1891, Cunningham 1926, Zeller & Smith 1964, Kreisel 1989, Calonge & Martin 1990, Kreisel 1992, 1994). De acordo com Calonge (1998), *Calvatia* compreende basidiomas que variam do globoso ao ciatiforme e com a deiscência ocorrendo por fragmentação irregular do perídio, gleba sem columela e subgleba compacta ou celular além de basidiosporos com ornamentação distinta. Este táxon possui um importante papel nos sistemas ecológicos e apresenta grande potencial como fonte de produtos naturais (Coetzee & Wyk, 2009).

Estudos moleculares em *Calvatia* ainda são insuficientes se considerarmos o número de sequências disponíveis e sua consequente análise filogenética. Um destes trabalhos publicado por Hibbett *et al.* (1997), propôs a criação de dois clados: *Euagarico* e *Boletales* e forneceu a sequência de *C. gigantea* (Batsch). Adicionalmente, Krüger *et al.* (2001) publicaram sequências de duas outras espécies, *C. complutensis* G. Moreno, Kreisel & Altés e *C. fragilis* (Quél.) Morgan. Nesta análise inicial os autores discutem a possibilidade de *Calvatia* constituir ou não um grupo

² Trabalho submetido para publicação como Barbosa, M.M.B.; Marinho, P.; Calonge, F.D.; Baseia, I.G. 2014. *Calvatia isabellina*: a new species from Brazilian semi-arid region. *Phytotaxa* XX: xx-xx.

monofilético. Larsson & Jeppson (2008) contribuíram significativamente para a compreensão das relações filogenéticas do gênero pela aquisição de sequências de várias espécies de puffballs incluindo novas sequências de mais dez espécies de *Calvatia*. Bates et al. (2009) também estudou *Lycoperdaceae* adicionando mais seis novas espécies, considerando o total de 40 espécies apontado por Kirk et al. (2008), muitos de ocorrência neotropical. Estes trabalhos demonstraram a necessidade de estudos morfológicos e moleculares em comunidades de fungos gasteroides nestas regiões, objetivando a inclusão de novos dados que irão incrementar o suporte da reconstrução filogenética. Assim, o presente trabalho propõe uma nova espécie com base em dados morfológicos e moleculares.

Material e Métodos

As expedições ocorreram na Floresta Nacional do Araripe no Estado do Ceará, Brasil. Esta área protegida tem 39.262,326 hectares de vegetação ocorrendo em um platô que varia de 840 a 920 metros e com uma média não usual de 1,000 mm de chuva e temperaturas que varia de 15 a 30 graus Celsius. Os espécimes foram coletados durante a estação chuvosa, nos meses de fevereiro a junho, durante os anos de 2011 a 2014 seguindo protocolos de coleta proposto por Muller et al. (2004). O material coletado foi analisado no laboratório conforme técnicas corriqueiras usadas na taxonomia dos puffballs, como descrito por Miller & Miller (1988) e Calonge (1998). Dados de coloração seguiu Kueppers (1982).

Os estudos taxonômicos que permitiram a identificação dos espécimes foram baseados nos trabalhos de Zeller & Smith (1964), Kreisel (1989), Calonge & Martin (1990), Kreisel (1992, 1994) e Calonge (1998). Medidas microscópicas incluíram os valores extremos com a média entre parênteses. As análises microscópicas e preparação das imagens foram obtidas com um Microscópio de Luz de marca Nikon e também com auxílio do Microscópio Eletrônico de Varredura. Após as análises, o material foi incorporado ao acervo do herbário UFRN-Fungos.

Extração do DNA e análise de PCR

O DNA foi extraído a partir de espécimes frescos que foram coletados durante as expedições e imediatamente armazenados em freezer comum (-20°C). Em seguida as amostras foram transportadas para o laboratório em caixas térmicas com gelo reciclável. Isolamos o DNA usando o tradicional protocolo descrito por Goes-Neto et al. (2005) o qual emprega 2% do tampão CTAB como surfactante. As reações de PCR foram conduzidas com os primers ITS1 e ITS4 (White et al. 1990) em um mix de reação de 50µl (10x PCR buffer, 25 mM MgCl₂, 2 mM dNTP mix, 1U Taq polimerase Invitrogen, 10 mM form cada primer e 2 uL do DNA genômico). As condições de

amplificação de PCR seguiram aquelas descritas por Bates et al. (2009) com algumas adaptações utilizando o equipamento Techne TC-512. Os produtos de PCR foram, então, purificados com o kit PCR-Clean-up da Macherey-Nagel, quantificados em um espectrofotômetro de nanodrop (Thermo Fisher) e enviado para sequenciamento no Centro de Estudos do Genoma Humano (USP/Brasil).

Alinhamento das sequências e análises filogenéticas

As sequências foram inicialmente tratadas usando o Bieodit (Hall 199), Chromas Lite 2.1.1 e Staden Package softwares. Os alinhamentos foram obtidos com Clustal X (Larkin et al. 2007) a partir de todas as sequencias ITS de *Calvatia* disponíveis em banco de dados e que apresentaram as melhores identidades (score identity) com as amostras de estudo. As árvores filogenéticas foram obtidas empregando PAUP* 4.0B10 (Swofford 2003) e Mr. Bayes 3.2.2 (Huelsenbeck & Ronquist 2001) considerando as análises de máxima verossimilhança e de baesiana, com base em buscas heurísticas usando dados da região ITS do rDNA. Para a primeira análise, 5,000 árvores foram limitadas em 1,000 replicações. O melhor modelo de substituição nucleotídica foi definido utilizando o software Modeltest (Posada & Crandall 1998).

Resultados

Taxonomia

Calvatia isabellina Barbosa, Calonge & Baseia, sp. nov.

(Fig. 1A-F)

MycoBank: MB811682

GenBank: KP751206

Diagnose: Basidioma 40–85 mm de altura, 15–30 mm de largura, ciatiforme a piriforme e globose no topo, exoperídio lido a granulas, Rosado no início e então em vários tons de castanho; basidiosporos 2,6–4,2 µm de diâmetro, globose a raramente subgloboso, equinulado-reticulado, pedicelo <1 µm comprimento.

Holotipo: Brasil. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, 18 Março 2012, Barbosa, M.M.B. UFRN-Fungos 1691.

Etimologia: Devido a agradável cor pálida rosada a rosa do basidioma.

Basidioma 40–110 mm de altura, 40–65 mm de diâmetro no topo, 15–30 mm de diâmetro na base, ciatiforme. Exoperídio mais ou menos granular, superfície aveludada; em espécimes maduros o exoperídio rompe-se em pedaços; em vários tons de Castanho (Y70: M70/C70); quando

completamente maduro, o exoperídio se perde juntamente com fragmentos do endoperídio expondo a gleba. Hifas do exoperídios de forma variável, subgloboso a globoso mas também alongado ou irregular, 10–26 × 6–20 µm, hialino a Castanho Claro, paredes espessadas (0.4-2.0 µm). Endoperídio liso, papiráceo, Castanho Claro (Y90: M70/C80), rompendo-se juntamente com o exoperídio. Base estéril fortemente preso ao substrato, 2–70 mm de altura, concolor a gleba ou mais claro, celular no início e então compacta. Rizomorfas presentes, Branco, delgado (0.5 mm de diâmetro) e curtos (até 12 mm de comprimento), delicado e esparsamente ramificado. Gleba esponjosa a comapcta, Castanho Oliva (Y90: M40/C40) quando jovem, tornando-se cotonosa e Castanho (Y70: M70/C70) com a maturidade, alcançando 1/3 (1/2 em basidiomas velhos) do comprimento do basidioma. Basidiosporos 2.6–4.2 µm de diâmetro (3.3 µm), maioria globoso, raramente levemente subgloboso, Castanho Claro; Sob MEV as ornamentações são visíveis como espinhos curtos e espessos 0.28–0.95 µm de comprimento, ligado por linhas que se assemelham a uma delicada reticulação; pedicelos muito curto 0.24–0.95 µm long. Eucapílicio 1.6–4.4 µm de diâmetro (2.6 µm), Castanho Claro, com septos e poros circulares raramente presentes.

Espécime Adicional Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 17/IV/2011. UFRN-Fungos 1700; leg. MMB Barbosa, 18/III/2012. UFRN-Fungos 1730.

Ecologia e distribuição: Cresce em solos argilosos com matéria orgânica escassa ou abundante, geralmente em áreas expostas ao sol. Algumas amostras foram encontradas no acostamento da rodovia em um solo de cascalho com escassa presença de folhiço. As frutificações ocorrem durante a estação chuvosa (Fevereiro a Junho). Conhecido até o momento para a localidade Tipo no Estado do Ceará.

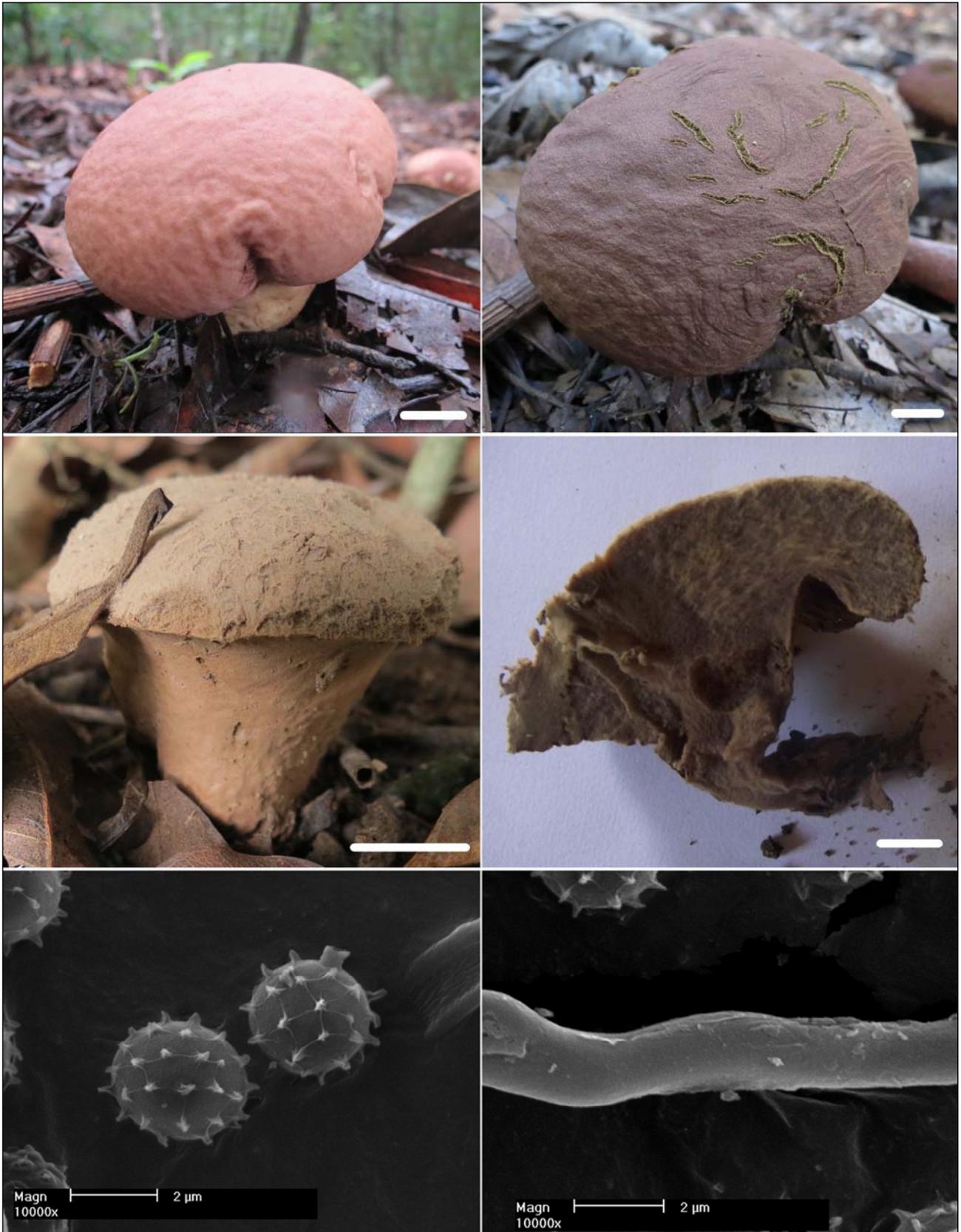


Figura 1. *Calvatia isabellina*. A-C. Basidioma em diferentes estágios de desenvolvimento. D. Basidioma seccionado destacando gleba e subgleba. E. Basidiosporos em MEV. F. Capilício em MEV.

Filogenia

As ampliações de fragmentos de ITS e seu consequente sequenciamento permitiu a construção de árvores filogenéticas a partir de duas amostras de *Calvatia isabellina*. Em uma análise preliminar observou-se que *C. isabellina* tem uma grande afinidade com *C. holothurioides* Rebriev (JQ734547), *C. candida* (Rostk.) Hollós (GU939632) e *C. craniiformis* (Schwein.) Fr. (KF551248). Alinhamentos realizados com estas e outras espécies resultou em 648 caracteres dos quais 502 foram constantes, 104 foram parcimônia informativos e 42 foram ambíguas, sendo estas últimas removidas das análises. O melhor modelo evolutivo escolhido pelo Modeltest foi TIM2+I+G (Fig. 2), e o likelihood score (-lnL) foi de 2363.7669.

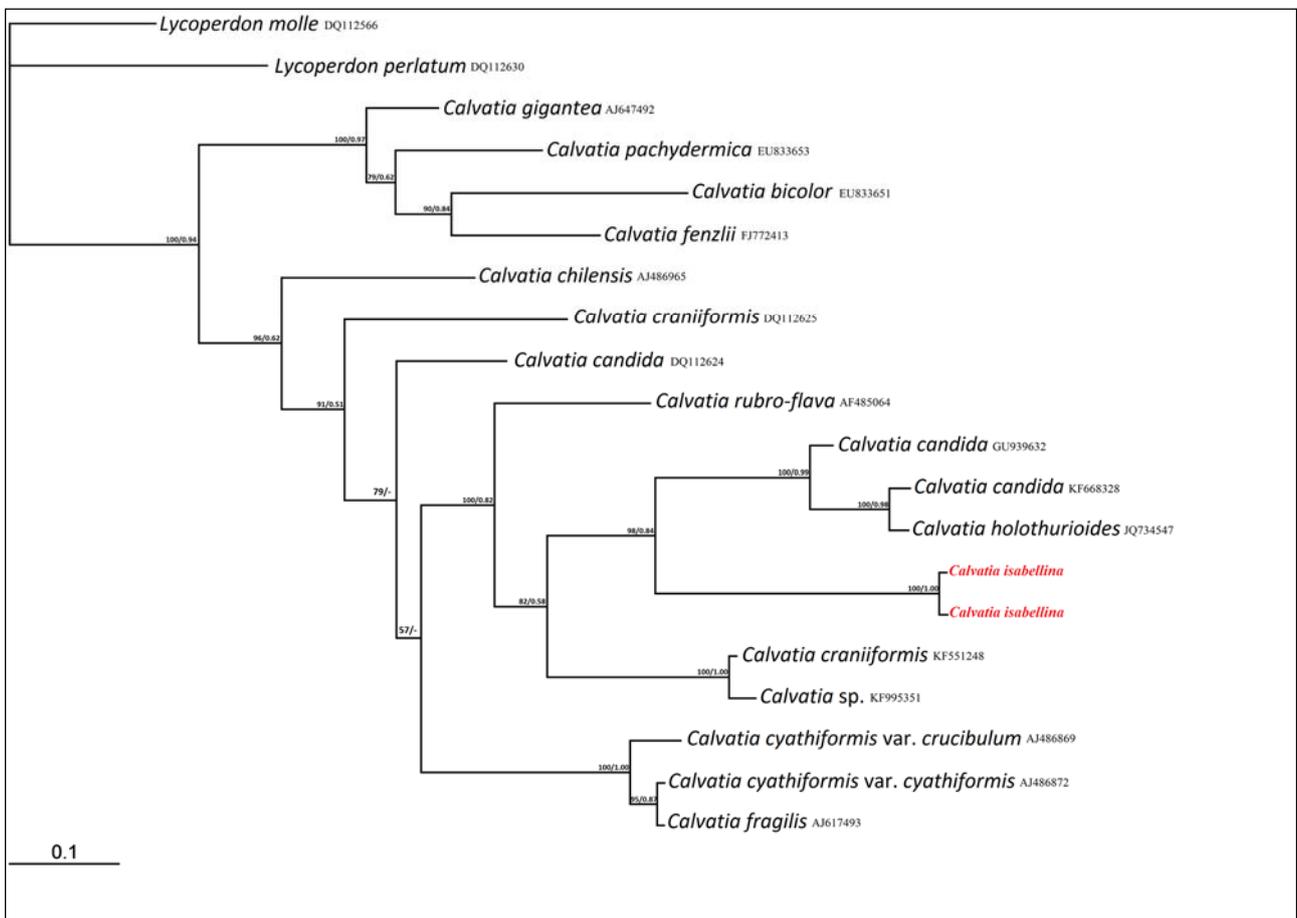


Figura 2. Relações filogenéticas intraespecíficas no gênero *Calvatia* baseadas em análises do fragmento ITS. Programa utilizado: Mr. Bayes. Valores de Bootstrap e Valores de Probabilidade Posteriores (PP) sendo apontados nos nós de cada ramo, respectivamente.

Discussão

Calvatia isabellina é uma espécie de comum ocorrência na Floresta Nacional do Araripe, frutificando em solos argilosos, normalmente com folhiços, em áreas ensolaradas a parcialmente sombreadas. Muitas amostras foram observadas próximo à rodovia pavimentada com solo rico em cascalho e muito pouco folhiço. Nossas amostras coletadas representam vários estágios de desenvolvimento do fungo, desde o basidioma imaturo até um bem velho, a que nos permite observar a principal característica de *C. isabellina*: o exoperídio, de coloração rosada no início do desenvolvimento, e endoperídio desaparecendo no início do estágio do desenvolvimento e quando atinge a completa maturidade ela permanece como um remanescente na parte basal do basidioma onde localiza-se a subgleba. A gleba cotonosa, uma estrutura marcante, se apresenta globosa e cerca de duas vezes maior que o diâmetro da parte basal literalmente como uma cabeça. Com a idade do basidioma, a parte mais apical da gleba torna-se completamente degenerada.

A espécie mais próxima, com base em caracteres filogenéticos, é *Calvatia holothurioides*, recentemente descrita para o Vietnã (Rebriev 2013), que possui um basidioma menor com 40-50 mm de extensão e exoperídio tomentoso além de esporos elipsoideos a ovoides. *Calvatia isabellina*, ao contrário, possui basidiomas maiores frequentemente ultrapassando os 60 mm de extensão, seu exoperídio é desprovido de tomento, além dos esporos serem globosos. *Calvatia isabellina* lembra em muitos aspectos *Calvatia candida*, no entanto esta possui esporos maiores (4-5 μm), basidioma com dimensões menores e, frequentemente, uma base radicante (Calonge 1998), algo não observado em nenhuma das amostras estudadas. É semelhante, também, a *Calvatia rubroflava* (Cragin) Loyd, se considerarmos o aspecto ciatiforme ou piriforme, mas apresenta diferenças consideráveis: *Calvatia isabellina* possui uma gleba cotonosa que não cora quando injuriado, enquanto *C. rubroflava* possui uma gleba pulverulenta e cora quando danificado (Zeller & Smith 1964). *Calvatia craniiformis*, também ciatiforme, poderia ser confundida com *C. isabellina*, entretanto a primeira apresenta um exoperídio branco quando jovem e uma subgleba celular (Bates et al. 2009), enquanto que a segunda possui um exoperídio rosado quando jovem e uma subgleba compacta. Recentemente, duas novas espécies de *Calvatia* foram descritas: *C. nodulata* Alfredo & Baseia a qual é essencialmente distinguida pela presença de nódulos no capilício (Alfredo et al 2014) e *C. guzmanii* CR Alves & Cortez, a qual tem como característica diagnóstica um exoperídio distintamente espinhoso (Alves & Cortez 2013).

A reconstrução filogenética foi obtida através de nossas amostras e de espécies do gênero que são parte do clado *Calvatia* stricto sensu, de acordo com Larsson & Jeppson (2008), cuja outras

espécies deste gênero estão distribuídas através do clado *Lycoperdon* Pers. O grupo externo empregado aqui, seguindo os trabalhos de Larsoon & Jeppson (2008), foram *Lycoperdon molle* Pers. e *L. perlatum* Pers. Quando analisamos os resultados considerando a região ITS, torna-se claro a formação de dois clados bem distintos, o primeiro com quatro amostras e o segundo com 14. Se analisarmos as características morfológicas das espécies listadas na árvore, podemos observar que o primeiro clado é composto por espécies que não possuem uma base estéril, enquanto que o outro clado é representado por amostras que possuem uma base estéril, seja celular ou compacta. De fato, o clado com quatro amostras é constituído por espécies que pertenciam ao tradicional gênero *Langermannia* Rostk. considerado por muitos autores como um sinônimo de *Calvatia* (Kreisel 1994; Alves Cortez & 2013; Bates et al. 2009). Considerando os valores de bootstrap (acima de 84%) e de medida de probabilidade posterior (acima de 98%), as duas amostras de *Calvatia isabellina* formam um clado bem definido que é separado das espécies mais similares, como por exemplo *C. holothurioides* e *C. candida*, justificando então a proposta de uma nova espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelos projetos de financiamento do PPBio semiarid, Fiocruz/casadinho e também pela bolsa de doutorado de M. M. B. Barbosa. Também agradecemos ao Dr. Francisco Willian do ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) pelo suporte logístico durante as expedições da Floresta Nacional do Araripe e ao Professor Gladstone A. Silva (Universidade Federal de Pernambuco, Brasil) pela ajuda nas análises filogenéticas.

6. *GEASTRUM ARARIPINUS*, UMA NOVA ESPÉCIE DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO COM BASE EM DADOS MORFOLÓGICOS E MOLECULARES³

Resumo: Uma nova espécie de *Geastrum* para a região do semi-árido é proposto aqui. Descrições e ilustrações são fornecidas. Uma detalhada análise sobre a filogenia desta espécie também é disponibilizada.

Palavras Chaves: taxonomia, semi-árido brasileiro, filogenia, estrela da terra

Introdução

O gênero *Geastrum* Pers. foi proposto por Persoon em 1801 (Sunhede, 1989) e até o início do século XXI eram reconhecidas 55 espécies (Kirk et al., 2008; Kuhar & Papinutti, 2009; Silva et al. 2013). Este gênero, atualmente, está inserido em Geastraceae Corda, única família da ordem Geastrales (Hosaka et al. 2006), sendo caracterizado sobretudo pelos basidiomas apresentando exoperídio estrelado com três camadas, endoperídio globoso com um único ostíolo apical, bem como a gleba composta por eucapilícios e basidiosporos (Calonge, 1998).

Hennings (1904) foi um dos pioneiros no estudo de *Geastrum* no Brasil, tendo reportado seis espécies, a maioria para a região amazônica. Sydow & Sydow (1907) e Lloyd (1907) ampliaram a listagem, registrando outras cinco espécies. O Padre Rick realizou um importante estudo na Região Sul que ampliou significativamente o conhecimento sobre o gênero naquela região; os resultados de décadas de estudos foram publicados numa obra póstuma (Rick, 1961). Por vários anos os estudos sobre os fungos gasteroides no Brasil foram escassos devido a falta de taxonomistas brasileiros. Apenas a partir do segundo milênio que podemos observar um considerável aumento de publicações sobre a taxonomia deste grupo em biomas brasileiros (Baseia & Milanez, 2002; Baseia et al. 2003; Sobestiansky, 2005; De Meijer, 2006; Baseia & Calonge, 2006; Baseia et al. 2006; Leite & Baseia, 2007; Leite et al. 2007; Fazolino et al. 2008; Cortez et al. 2008; Drechsler-Santos et al. 2008; Trierweiler-Pereira et al. 2009; Trierweiler-Pereira et al. 2009b; Trierweiler-Pereira & Baseia, 2010; Trierweiler-Pereira & Baseia, 2011; Trierweiler-Pereira et al. 2011; Leite et al. 2011; Silva et al. 2011; Silva et al. 2013).

Nos últimos anos, os estudos na região Nordeste do Brasil vêm revelando uma elevada diversidade de fungos gasteroides com novas espécies para a ciência (Baseia & Calonge, 2005, 2006; Baseia et al., 2006; Fazolino et al., 2008; Silva et al. 2013) e novos registros para América do Sul (Barbosa et

³ Trabalho a ser enviado para publicação como Barbosa, M.M.B.; Marinho, P.; Silva, G. A.; Martín, M.P.; Calonge, F.D.; Baseia, I.G. 2014. *Geastrum araripinus*, a new species from Brazilian semi-arid based on morphological and molecular data. *Plos One* XX: xx-xx.

al., 2011; Cruz et al., 2012), Brasil (Silva et al. 2013) e Nordeste Brasileiro (Trierweiler-Pereira et al. 2009) como consequência da formação de jovens taxonomistas. Este trabalho é parte de um projeto maior que tem como objetivo ampliar o conhecimento sobre a diversidade dos fungos gasteroides no Nordeste Brasileiro, utilizando para isso dados morfológicos e moleculares.

Material e Métodos

Área Estudada

Os estudos de campo tiveram como área foco a Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe) localizada no Estado do Ceará, Nordeste do Brasil (Fig. 01). A referida Unidade de Conservação (UC) possui uma área com cerca de 40 mil hectares ultrapassando os limites do Estado do Ceará atingindo, assim, parte do Estado de Pernambuco. Ela abrange quatro municípios (Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri) e representa a primeira Floresta Nacional criada no País como parte da implementação de uma nova política ambiental do governo na época (Maio de 1946). A UC FLONA-Araripe é caracterizada por diferentes coberturas vegetais. A UC estudada está sujeita a uma pluviosidade anual de mais de 1000 mm com chuvas concentradas de Janeiro a Abril (período onde ocorreram as coletas) e com temperaturas oscilando entre 15° e 25°C.



Figura 1. Vista Aérea da Floresta Nacional do Araripe-Apodi

Estudos Taxonômicos

Os estudos taxonômicos foram realizados mediante detalhadas observações macro- e microscópicas. Os caracteres morfológicos foram determinados de acordo com Miller & Miller (1988), Sunhede (1989) e Calonge (1998). Para o estudo destes caracteres foram confeccionadas lâminas permanentes com PVLG (Ácido Polivinílico Lacto-Glicerol). Todas as medidas realizadas incluíram os valores extremos com a respectiva média entre parênteses incluindo a medida do peristômio (para o caso do basidioma) e da ornamentação (para o caso dos esporos). Para determinação das respectivas cores foi utilizada como referência, a carta de cores de Kueppers (1982). Todas as características relatadas na descrição referem-se a material desidratado.

Estudos Moleculares

A extração de DNA seguiu o protocolo de Doyle & Doyle (1987) adaptado por Góes-Neto et al (2005) utilizando o tampão CTAB 2%, usando para homogeneização das amostras o aparelho FastPrep. As reações de amplificação seguiram literatura específica (Cabral et al. 2012) utilizando os primers da região ITS do DNA ribossômico (ITS-1F, ITS-4B: White et al. 1990) e da sequência consenso da região ATP6 do DNA mitocondrial utilizando os seguintes primers: ATP6-1, ATP6-2, ATP6-3, ATP6-4 (Kretzer & Bruns, 1999). O produto de PCR foi visualizado após eletroforese em gel de agarose 1% e corado com brometo de etídio. O produto de PCR foi purificado utilizando o kit de purificação NucleoSpin® Gel and PCR Clean-up da Promega. O material purificado foi enviado para sequenciamento no Centro de Estudos do Genoma Humano da Universidade de São Paulo (USP).

Para as análises filogenéticas e edição de cromatogramas foi utilizado o programa PREGAP (Staden et al. 2000) com as rotinas PREGAP1 e PREGAP4. Após a edição, as sequências foram analisadas via BLASTn, para busca e comparação de fragmentos encontrados no banco de dados do GenBank, sendo consideradas apenas sequências com melhor combinação de “score” e “e-value” considerando os estudos morfológicos do grupo. O alinhamento foi realizado através do programa Clustal X (Larkin *et al.* 2007) sendo editado no MEGA 5.2.2 (Tamura et al. 2011). Para construção das árvores filogenéticas foram utilizados os programas PAUP* 4.0B10 (Swofford, 2004) e MrBayes 3.0B4 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001). O melhor modelo evolutivo foi escolhido com o auxílio do programa Modeltest (Posada & Crandall, 1998). Nas análises de Máxima Verossimilhança, as árvores foram limitadas a 5 mil sendo mil repetições de bootstrap. Após as análises, 10.000 árvores foram geradas através da execução de 10 milhões de gerações por quatro cadeias Markovianas. Como parte da análise, as 2 mil primeiras árvores foram descartados no

processo denominado “burn-in” sendo o cálculo da probabilidade posterior realizada com as árvores restantes que posteriormente foram visualizados no programa TreeView (Page, 1996) e, em seguida, exportado para formato gráfico.

Taxonomia

Geastrum araripinus Barbosa, Calonge & Baseia, **sp. nov.**

Figura 02

Diagnose: Basidioma 17-24 mm de largura e 5-8 mm de altura. Camada micelial Castanho com restos vegetais. Camada fibrosa de coloração creme. Camada carnosa castanho. Endoperídio 9 mm de largura. Peristômio fibriloso, não delimitado. Gleba negra. Esporos globosos à subglobosos, castanho, 2,6-4 µm. Capilícios de até 5 µm de diâmetro, membranoso.

Etimologia: em referência a localidade do Tipo: Floresta Nacional do Araripe, CE-Brasil.

Basidioma jovem não observado. **Basidioma expandido** epígeo, 17-24 mm de largura x 5-8 mm de altura. **Exoperídio** rompendo-se em 5-6 raios, saculiforme, parcialmente higroscópico. **Camada Micelial** caduca, castanha (Y70:M70/C60), superfície lisa a levemente rugosa, impregnada com grãos de areia e fragmentos de vegetais. **Camada Fibrosa** creme (Y10:M00/C00), papirácea. **Camada Pseudoparenquimatosa** castanha (Y90:M80/C90), aveludada e persistente. **Corpo Endoperidial** subgloboso, séssil, 9 mm de diâmetro x 5 mm de altura, castanho (Y99: M90/C90), superfície pruinosa. **Apófise** ausente. **Peristômio** fibriloso, não delimitado, concolor ao endoperídio, mamiforme. **Columela** inconspícua. **Gleba** negra (Y99:M99/C90), pulverulenta. **Basidiosporos** globosos a subglobosos, castanho (Y50:M60/C60), 2,6-4 µm (3 µm) de diâmetro, verrucosos sob MO e colunar com extremidades achatadas sob SEM. **Capilícios** membranosos, não ramificados, até 5 µm de diâmetro, concolor aos esporos, poros e septos não observados. **Camada Micelial** formado por hifas delgadas e hialinas, irregulares, grampos de conexão presente. **Camada fibrosa** com hifas delgadas e hialinas, não ramificadas. **Camada Pseudoparenquimatosa** formada por hifas subglobosas a alongadas, 9-37 µm de diâmetro x 18,5-46,3 µm de comprimento, castanho claras (Y50:M20/C00).

Material Examinado: Brazil, Ceará, Floresta Nacional do Araripe-Apodí, 16/IV/2011, Barbosa, M.M.B. UFRN-Fungos 1699.

Habitat: Coletado em área de Floresta Úmida com solo rico em folhiços e restos vegetais em decomposição impregnados com areia em área totalmente sombreada. Encontrado no ponto geográfico S07° 14.942' e W039° 29.780' a 960 metros de altitude em relação ao nível do mar.

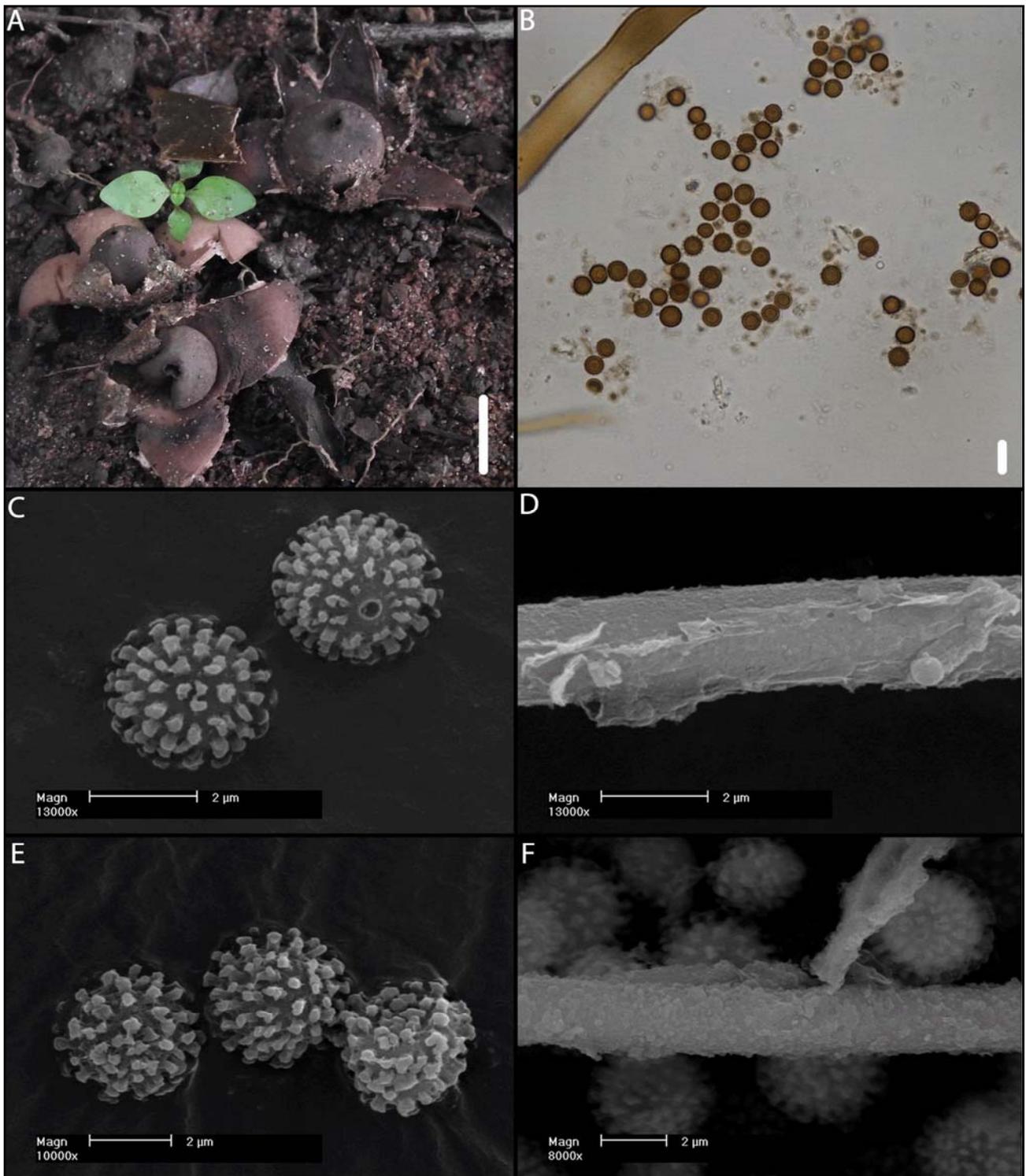


Figura 2. A-D: *Geastrum araripinus*. A. Basidiomas maduros em ambiente natural, escala: 1 cm; B. Basidiosporos e Capilício sob Microscópio Óptico, escala: 5 µm; C. Basidiosporos sob MEV; D. Capilício sob MEV. E-F: *G. fimbriatum*. E. Basidiosporos sob MEV; F. Capilício sob MEV.

Estudos Moleculares

Os processos de extração, amplificação e sequenciamento do DNA da amostra de *Geastrum araripinus* foram concluídos com sucesso para as regiões ITS e ATP-6. A primeira foi alinhada com 55 sequências, obtidas do GenBank, observando-se 562 caracteres no total, sendo 248 invariáveis e

259 parcimônia informativas. A segunda região foi alinhada com 22 sequências, também retiradas do banco de dados anteriormente citado, a qual obteve-se 589 caracteres no total, sendo 353 invariáveis e 189 de parcimônia informativos. O melhor modelo para a árvore da região ATP6 (Fig. 03) escolhido pelo programa Modeltest foi o TVM+I+G (modelo de transversão com variação na distribuição gama e nos sítios invariáveis), tendo a árvore resultante uma pontuação de *log likelihood score* (-lnL) igual a 3717.6174. Já o modelo escolhido para a árvore da região ITS (Fig. 04) foi TrN+I+G (Tamura-Nei com variação nos sítios invariáveis e na distribuição gama) tendo a árvore resultante uma pontuação de *log likelihood score* de 6343.8608.

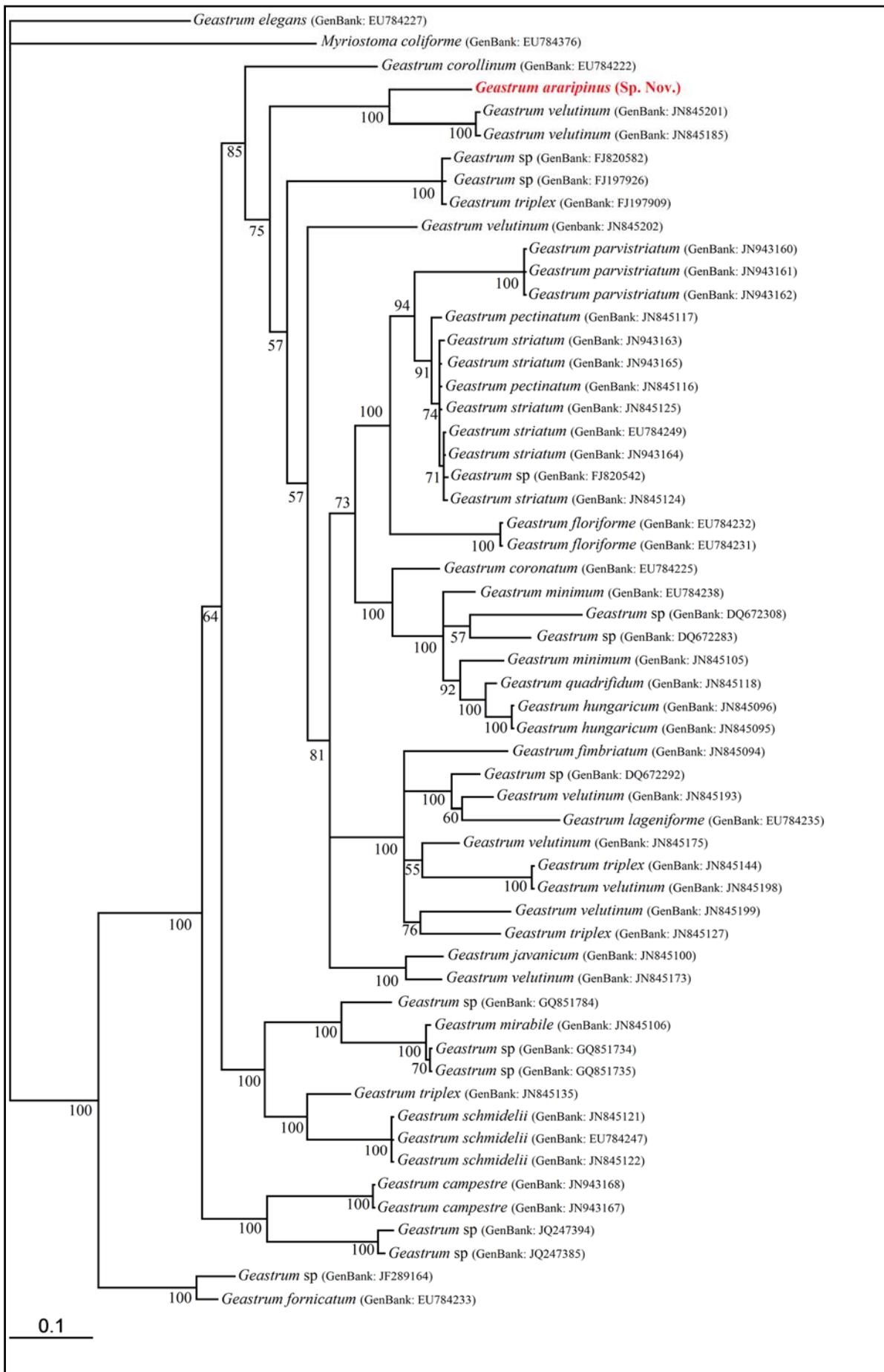


Figura 3. Relações filogenéticas intraespecíficas no gênero *Geastrum* com base em análises do fragmento ITS. Programa utilizado: Mr. Bayes sendo valores de Probabilidade Posteriores (PP) sendo apontados nos nós de cada ramo.

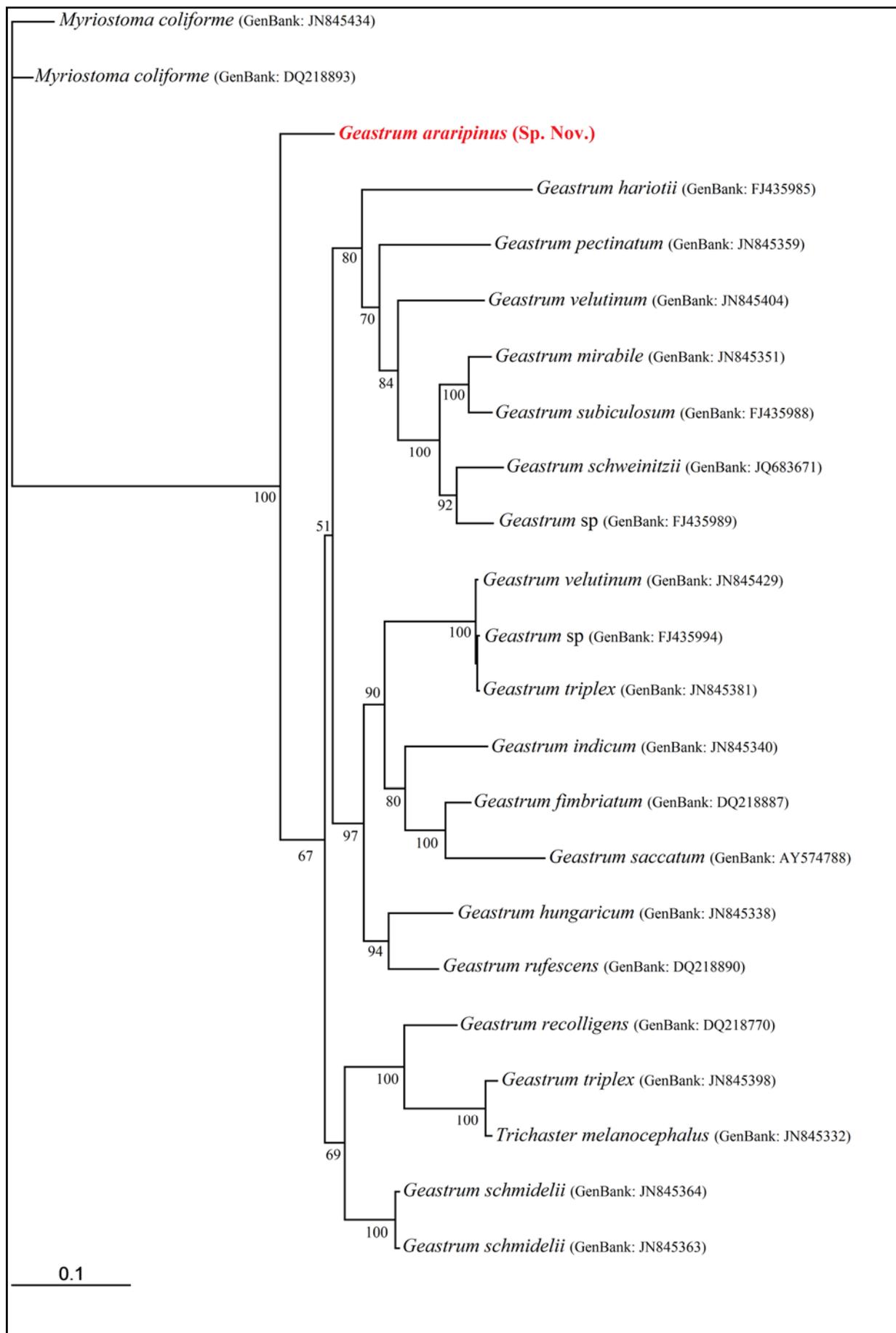


Figura 4. Relações filogenéticas intraespecíficas no gênero *Geastrum* com base em análises do fragmento ATP-6. Programa utilizado: Mr. Bayes sendo valores de Probabilidade Posteriores (PP) sendo apontados nos nós de cada ramo.

Discussão

Geastrum araripinus é caracterizado principalmente pelo seu endoperídio e exoperídio, cujos raios são parcialmente higroscópicos, de coloração acastanhada lembrando a cor da terra. De fato, se observarmos a figura 02, veremos que os basidiomas quase se mesclam ao solo dado a semelhança entre as cores. Possui ainda um peristômio não delimitado que varia do fibriloso a mais ou menos lacerado e mamiforme. Os esporos são globosos e castanhos, verrucosos e com diâmetro que chega a 4 μm . Em uma análise ultra-estrutural, nos esporos observa-se uma ornamentação colunar cujo ápice é achatado em forma de disco enquanto que nos capilícios, que podem chegar a 5 μm de diâmetro, se observa uma superfície quase lisa com a presença de membranas em algumas partes da estrutura.

Em uma primeira análise, nossa amostra lembra *G. floriforme* Vittad. devido a forma dos raios, além dos mesmos apresentarem um certo grau de higroscopia. Outras características semelhantes são: basidioma sacato, endoperídio séssil, peristômio não delimitado, fibriloso e mamiforme. Apesar disso, a coloração esbranquiçada do endoperídio desta espécie não concorda com nossa amostra que é bem mais acastanhado, embora, de acordo com Sunhede (1989) e Ponce de León (1968), alguns poucos espécimes de *G. floriforme* possam apresentar uma coloração de um castanho mais acinzentado. No entanto, é nos caracteres microscópicos que observa-se uma melhor delimitação entre as duas espécies. *G. araripinus* possui esporos globosos de até 4 μm enquanto que em *G. floriforme* podem chegar a 7 μm de diâmetro.

Quando analisamos ao nível ultra-estrutural, a ornamentação dos esporos de *G. araripinus* é formada por colunas regulares (com até 400 nm de extensão) cujas extremidades apicais são achatadas enquanto que em *G. floriforme*, de acordo com Sunhede (1989), a ornamentação é mais verrucosa variando até a formação abrupta de processos cônicos a qual coalescem. É possível observar diferenças também quando se analisa os capilícios sob microscopia eletrônica; Sunhede (1989) afirma que *G. floriforme* apresenta esta estrutura com a superfície lisa a levemente impregnada com detritos, já *G. araripinus* possui um capilício com a superfície lisa mas que apresenta diversas membranas revestindo a parede. As análises filogenéticas da região ITS deixa explícito que ambas as espécies, apesar de pertencerem ao mesmo clado (Fig. 3), encontram-se em ramos distintos o qual estão relativamente distantes. Isto corrobora com a ideia citada anteriormente de que estas duas espécies são próximas morfologicamente ao mesmo tempo em que deixa claro a delimitação entre elas.

Uma outra espécie que lembra nossa amostra é *G. fimbriatum*. Neste fungo, o exoperídio normalmente é branco a bege além de não possuir nenhuma propriedade higroscópica, enquanto que o endoperídio apresenta-se em um tom mais castanho (Ponce de León, 1968); o peristômio é

fibriloso e não delimitado como em *G. araripinus*. No entanto, o exoperídio de *G. fimbriatum*, apesar de sacato, frequentemente possui uma característica mais arqueada lembrando um fornicado, algo que não ocorre com *G. araripinus*. Quanto aos caracteres microscópicos, ambas as espécies possuem forma e diâmetro de esporos bem semelhantes, ou seja, globosos e com dimensões de até 4 µm (Sunhede, 1989). Entretanto, uma análise ao nível ultra-estrutural permite delimitar estas duas espécies com base no padrão da ornamentação. Como relatado anteriormente, a ornamentação dos esporos de *G. araripinus* é colunar com extremidades apicais achatadas (Fig. 2C), de acordo com Sunhede (1989) *G. fimbriatum* possui uma ornamentação colunar (Fig. 2E) sendo, no entanto, irregular e confluyente. Quanto ao capilício (Fig. 2F), *G. fimbriatum* possui uma superfície granular enquanto que nossa amostra é lisa com a presença de membranas. Nas análises da região ATP-6 (Fig. 4) observa-se que a espécie proposta neste trabalho ocupa uma posição mais basal em relação a *G. fimbriatum* que ocupa um ramo bem mais distante. Este mesmo padrão é observado na árvore de ITS (Fig. 3).

De modo geral as análises moleculares permitem corroborar a validade da espécie proposta neste trabalho. Quando a sequência de *G. araripinus*, para a região ITS, é alinhada através do processo BLAST com diversas espécies depositadas no GenBank, a maior identidade é encontrada em *G. velutinum* (JN845201 e JN845185: Kasuya et al. 2012) com apenas 86%. Assim, a espécie descrita aqui é consideravelmente diferente do que está depositado no banco de dados.

Geastrum velutinum é uma espécie que sempre foi muito contestada ao longo da história. Alguns autores a consideram um sinônimo de *G. javanicum* Lév. (Ponce de León, 1968; Herrera et al. 2005) enquanto que outros autores as consideram como duas espécies distintas (Hemmes & Desjardin, 2011; Kasuya et al. 2012). Considerando que um dos principais trabalhos sobre o gênero foi conduzido por Ponce de León (1968) e que o mesmo analisou os holótipos das referidas espécies consideraremos ambas como sinônimos prevalecendo o nome de *G. javanicum* de acordo com as regras do ICBN. Esta espécie é caracterizada pelo exoperídio higroscópico, coloração castanha, camada micelial veludada que se perde na maturidade, endoperídio castanho, sacato, peristômio delimitado e fibriloso (Leite et al. 2011) sendo que poucos caracteres se aproximam de *G. araripinus*. Nos dados microscópicos observa-se uma maior semelhança nas dimensões dos esporos e capilícios: *G. javanicum* possui esporos e capilícios com até 3 e 4 µm de diâmetro respectivamente. Entretanto, o padrão de ornamentação é bem diferente, pois *G. javanicum* apresenta esporos com verrugas irregulares e capilício com superfície granulosa.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao CNPq pelo fornecimento de bolsa de pesquisa do primeiro autor bem como pelo apoio financeiro dado ao projeto por intermédio dos projetos PPBio/Fiocruz/casadinho.

7. DOIS NOVOS REGISTROS DE ESPÉCIES DE *CYATHUS* PARA A AMÉRICA DO SUL⁴

Resumo

Expedições recentes na Floresta Nacional do Araripe da região do semi-árido no Brasil revelou duas espécies de *Cyathus* que são reportados pela primeira vez na América do Sul, *C. gracilis* e *C. helenae*. Ambas foram encontradas em ambientes de chapada com Alturas de cerca de 900 m. Descrições detalhadas e imagens são fornecidas.

Palavras Chaves – taxonomia, gasteromicetos, Nidulariaceae, semiárido, Brasil

Introdução

Fungos ninhos de passarinho são um curioso grupo representado pelos gêneros *Cyathus* Haller, *Crucibulum* Tul. & C. Tul., *Mycocalia* J.T. Palmer, *Nidularia* Fr. e *Nidula* V.S. White. Tradicionalmente alocada na família Nidulariaceae Dumort e incluído nos Gasteromycetes (Brodie 1975), eles foram incorporados a família Agaricaceae Chevall. (Kirk et al. 2008) como consequência de estudos evolutivos (Hibbett et al. 1997, Hibbett & Binder 2002). Apesar disso, alguns autores (Zhao et al. 2007, Zhao et al. 2008, Cruz et al. 2012) preferem manter estes fungos na família Nidulariaceae baseado em análises filogenéticas multiloci proposto por Matheny et al. (2006).

No Brasil o estudo de Nidulariaceae começou com a chegada de pesquisadores de outros países nos séculos XIII e XIX (Berkeley 1842, Berkeley & Cooke 1876, Lloyd 1906), mas foi no sudeste do Brasil que o estudo da micobiota brasileira obteve destaque, primeiramente através dos estudos do Padre Johannes Rick, considerado o Pai da Micologia Brasileira (Fidalgo 1962). Então, os estudos com fungos brasileiros evoluiu de tal forma que atraiu pesquisadores em várias regiões do país (Bononi et al. 1984, Baseia & Milanez 2001a, Baseia & Milanez 2001b, Baseia & Milanez 2003, Cortez et al. 2006, Trierweiler-Pereira & Baseia 2009, Trierweiler-Pereira et al. 2009, Cruz et al. 2012). Apesar desta evolução, muitas áreas do Brasil permaneceram inexploradas ou pouco estudado. Assim, o objetivo deste estudo é ampliar o conhecimento da riqueza das espécies de *Cyathus* para a América do Sul, baseado em estudos na região semiárido do Brasil.

Material e métodos

Amostras foram coletadas durante a estação chuvosa (Fevereiro-Junho) entre 2011 e 2013. Expedições foram conduzidos na Floresta Nacional do Araripe, Estado do Ceará, com uma área de

⁴ Trabalho publicado como Barbosa, M.M.B.; Cruz, R.H.S.F.; Calonge, F.D.; Baseia, I.G. 2014. Two new records of *Cyathus* species for South America. *Mycosphere* 5 (3): 425-428.

39.262,326 hectares. O local de coleta é localizado em uma grande área do semiárido com uma diversificada vegetação (Floresta Úmida Montanhosa, Cerrado, Cerradão, e Carrasco) devido as características da região serrana. Os espécimes foram estudados no laboratório, seguindo as metodologias propostas por Brodie (1975) e Zhao et al. (2008). As colorações foram determinadas de acordo com Kueppers (1982). A identificação dos espécimes seguiram os conceitos propostos por Brodie (1975, 1984), Gómez & Pérez-Silva (1988) e Calonge (1998). As medidas microscópicas incluíram os valores extremos com as medias entre parênteses. Após as análises, o material foi adicionado ao herbário UFRN.

Resultados e Discussões

Taxonomia

Cyathus gracilis H.J. Brodie, Can. J. Bot. 51 (7): 1393 (1973)

Figs 1C–1D

Basidioma campanulado, 8-10 mm de altura, 6-8 mm de largura na boca. Expandido na parte superior e afinado abruptamente na base. Exoperídio hirsute com tufos irregulares de até 1 mm de comprimento, Castanho (Y70: M90/C90), fracamente estriado a liso. Superfície interna fracamente estriada, prateado brilhante (B20: M00/C00). Camada externa do epifragma hirsute e concolor ao exoperídio. Camada interna do epifragma membranosa, esbranquiçada e quebradiça. Embasamento conpiscuo com até 3 mm de largura, concolor ao exoperídio. Boca distintamente fimbriada, com tomento de até 0,5 mm de comprimento. Peridíolos circulares a elipsoides, 2-2,5 x 1,4-2 mm, Cinza Escuro (Y50: M70/C90). Túnica esbranquiçada e delgada. Córtex Duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, subgloboso a elíptico, 7-10 x 10-16 μm (9 x 13 μm), paredes espessadas de 2-3 μm (2,1 μm). Apículo presente.

Habitat e distribuição – Cresce em troncos em decomposição em áreas parcialmente sombreadas. Em regiões com uma Altitude media de 900 m. Conhecido para as Filipinas (Brodie 1975).

Material examinado – BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 20/III/2012. UFRN-Fungi 1734.

Comentários – Esta espécie é bastante rara, reportada apenas para as Ilhas Filipinas, a qual o ponto mais alto é de 2900 m de altitude. A amostra estudada foi encontrada em regiões serrana cuja altitude media é de 900 metros, talvez indicanto que o clima e ambiente de altas altitudes seja determinante para a ocorrência desta espécie. Entretanto, estudos mais aprofundados são necessários para esclarecer melhor a ecologia desta espécie. A amostra brasileira possui um basidioma delicado e delgado, principalmente na base, onde lembra um pedicelo, a principal característica relatada por Brodie (1973) para caracterizá-la. As estrias externas e internas podem

ser melhor observadas sob um Microscópio Estereoscópico. De acordo com Brodie (1975), a espécie mais próxima a *C. gracilis* é *C. intermedius* (Mont.) Tul. & C. Tul, devido ao tamanho similar e a forma dos basidiosporos. Entretanto, o primeiro possui um cortex com duas camadas enquanto que o Segundo possui uma única camada. Este é o Segundo registro desta espécie para o mundo e o primeiro para a América do Sul.

Cyathus helenae H.J. Brodie, Can. J. Bot. 44: 1235 (1966)

Figs 1E–1F

Basidioma infundibuliforme a levemente campanulado, 8-12 mm de altura, 7-9 mm de largura na boca. Expandido no terço superior e abruptamente afinado na base. Exoperídio lanoso a levemente hirsuto, com finos pelos escuros, Castanho (Y70: M80/C80), liso. Superfície interna distintamente plicado, 0,7 mm de largura, prateado (B40: M00/C00), brilhante. Epifragma compost por duas camadas sendo a mais externa hirsute e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa, quebradiça e esbranquiçada. Embasamento conpíscuo, concolor ao exoperídio. Boca levemente fimbriada com tomento de até 0,3 mm de comprimento. Peridíolos circulares a elípticos, 2,5 x 2-2,5 mm, Cinza Prateado (B40: M00/C00). Túnica presente, espessa e acinzentada. Córtex simples. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 10-16 x 9-14 μm (10 x 15 μm), paredes espessadas, de até 2 μm . Apículo ausente.

Habitat e distribuição – Cresce em madeira em decomposição em áreas parcialmente sombreadas. Conhecido para o Canadá (Brodie 1975), México (Gómez & Pérez-Silva 1988) e Costa Rica (Calonge et al. 2005).

Material examinado – BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 22/III/2012. UFRN-Fungi 1739. leg. MMB Barbosa, 16/IV/2011. UFRN-Fungi 1694.

Comentários – É caracterizado por um córtex formado por uma única camada e esporos elípticos de 12-14 x 15-19 μm (Brodie 1970). Foi inicialmente reportado para as regiões alpinas e desérticas da América do Norte. É muito próxima a *C. striatus* (Huds.) Willd., mas a ausência de setas na margem da boca torna nossa amostra distinta. Alguns basidiomas mostram uma leve variação na morfologia como a ausência de fimbrias na boca e peridíolos triangulares, mas a grande maioria dos espécimes estudado exibem caracteres que o apontam para *C. helenae*. Este é o primeiro registro para a América do Sul.



Figura 1. **A** – *Cyathus gracilis* – Barra = 4 mm. **B** – Basidiosporos de *C. gracilis* – Barra = 10 µm. **C** – *C. helenae* – Barra = 4 mm. **D** – Basidiosporos de *C. helenae* – Barra = 10 µm.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) por fornecer a bolsa e o suporte financeiro para o projeto do primeiro autor, e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) por fornecer uma bolsa acadêmica ao terceiro autor. Nós também agradecemos ao Projeto PPBio-Semiárido (Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido Brasileiro) pelo suporte financeiro nas expedições de coleta. Agradecimentos sinceros ao Dr. Francisco William do Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade pelo suporte logístico e autorização nos estudos da área de coleta.

8. O GÊNERO *CYATHUS* (NIDULARIACEAE, BASIDIOMYCOTA) NA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE: NOVAS ESPÉCIES E A CLASSIFICAÇÃO INFRAGENÉRICA FILOGENÉTICA ATUALIZADA⁵

RESUMO

Cinco novas espécies para o gênero são propostos neste trabalho como parte de um projeto maior que objetiva inventariar a biodiversidade em áreas de grande importância no semi-árido brasileiro. Descrições e ilustrações são fornecidos e a classificação infragenérica é atualizada com novas sequências de DNA.

PALAVRAS-CHAVE: Filogenia, birds nest fungi, taxonomia, semi-árido

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o estudo e conservação da biodiversidade vem ganhando um grande destaque nas políticas ambientais brasileira. O Tratado da Convenção sobre Diversidade Biológica, em seu artigo 2, da Organização das Nações Unidas define biodiversidade como “a variabilidade de organismos vivos de todos as origens, compreendendo dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte incluindo a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”. Através do projeto PPBio (Programa de Pesquisa em Biodiversidade) apoiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) foi possível avançar substancialmente no estudo da diversidade fúngica em biomas da região do semiárido brasileiro.

Através deste projeto foi possível estudar a riqueza de fungos gasteroides e mais especificamente a do gênero *Cyathus* Pers. (Nidulariaceae, Basidiomycota) na Floresta Nacional do Araripe-Apodi, uma área de Extrema Importância Biológica apontado pelo PPBio como prioritária no estudo da microbiota do semiárido brasileiro. É por esta floresta estar em um platô que varia de 900 a 980 metros de altura e ser cercada por vegetação de caatinga que a torna bem peculiar podendo ser considerada como um hotspot de diversidade biológica com alto índice de espécies endêmicas.

Cyathus pode ser brevemente caracterizado por desenvolver basidiomas cupulados como uma taça, cujo interior abriga estruturas globosas denominadas peridíolos nos quais se encontram os esporos (Brodie 1975). É o gênero mais representativo de Nidulariaceae Dumort. e nos últimos anos vem ganhando um destaque maior no estudo de suas diversidade na região Nordeste do Brasil com novas espécies (Cruz et al. 2014), novas referências para o continente sulamericano (Cruz et al.

⁵ Trabalho a ser submetido para publicação como Barbosa, M.M.B.; Marinho, P.S.L.; Silva, G.A.; Calonge, F.D.; Baseia, I.G. 2014. The genus *Cyathus* (nidulariaceae, basidiomycota) in the National Forest of Araripe: new species and the phylogenetic infrageneric classification updated. *Fungal Diversity* XX: xx-xx.

2012, Barbosa et al. 2014) e para o Brasil (Cruz et al. 2012, Barbosa et al. 2014) sendo publicados. O presente trabalho propõe cinco novas espécies para o gênero além de duas novas referências para o Estado do Ceará com base em análises morfológicas e filogenéticas. Uma nova configuração da classificação infragenérica também é proposto tendo como ponto de partida os trabalhos de Zhao et al. (2007) e Silva et al. (2015).

MATERIAL E MÉTODOS

As expedições ocorreram no período chuvoso (Janeiro a Abril) de 2011 a 2014 na Floresta Nacional do Araripe-Apodi localizado no Estado do Ceará – Brasil que corresponde a uma área com cerca de 40 mil hectares entre os municípios de Crato, Barbalha, Santana do Cariri e Jardim (07°11'42", 07°28'38" S; 39°13'28", 39°36'33" W) (Ribeiro-Silva et al. 2012). Apresenta um relevo tabular, como um platô, com alturas que variam de 900 a 980 metros (Toniolo & Kazmierczak 1998) além de uma pluviometria média anual de 1000 mm. As coletas ocorreram de forma aleatória seguindo metodologia proposta por Mueller et al. (2004). As análises morfológicas em laboratório seguiram as metodologias proposta por Brodie (1975) e Miller & Miller (1988).

Para as análises moleculares seguiu-se o protocolo proposto por Góes-Neto et al. (2005) usando tampão CTAB a 2%. As reações de PCR para amplificar as regiões alvo do rDNA foram realizadas por meio do termociclador Techne TC-512 com base em 50 µL de uma reação mix em um tubo de 0.2 mL (10x PCR buffer, 25 mM MgCl₂, 2 mM dNTP mix, 1U Taq Polimerase, 10 µM primer ITS1 and ITS4 and 2 µL de DNA genômico diluído) e então visualizados em gel de agarose a 1% corado com Gel Red (Invitrogen) no equipamento Clear View UV Transilluminator de marca Cleaver Scientific Ltda. e em seguida fotografado. O produto de PCR foi, então, purificado usando o kit PCR Clean-UP Gel Extraction da marca Macherey-Nagel e enviado para o Centro de Estudos do Genoma Humano (USP/Brazil) para sequenciamento. As sequencias foram analisadas e editadas utilizando os softwares Chromas Lite 2.1.1, Bioedit (Hall 1999) e Staden Package. O alinhamento das sequências analisadas foi realizado com o auxílio do software Clustal X (Larkin et al. 2007). Foram utilizados os programas PAUP* 4.0B10 (Swofford 2004) e Mr. Bayes 3.2.2 (Huelsenbeck & Ronquist 2001) para a construção das árvores realizando, para isso, análises de Máxima Verossimilhança e Bayesiana com base em buscas heurísticas utilizando os dados da região do ITS e LSU do rDNA. Para a primeira análise, 5.000 árvores foram limitadas com 1000 replicações. O melhor modelo de substituição nucleotídica foi definido pelo software Modeltest (Posada & Crandall 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Filogenia

Com base na proposta do trabalho de caracterizar e propor cinco novas espécies para o gênero *Cyathus* foram geradas um total de oito sequências a partir do material separado ainda em campo durante as coletas, sendo três sequências da região ITS e cinco de LSU do rDNA. Com base nestas sequências, foram realizadas buscas no GenBank por espécies com maiores identidades com base nestas duas regiões. O conjunto de dados alinhado de ITS consistiu de 28 sequências com comprimento de 555 nucleotídeos (131 foram constantes, 295 foram Parcimônia-informativos e 129 foram ambíguos, sendo esta última eliminada das análises). O melhor modelo evolutivo escolhido pelo Modeltet foi TPM2uf+G, com a árvore resultante (Fig. 1) mostrando um likelihood score de (-lnL) of 5151.0300. Para LSU foram alinhados um total de 24 sequências com comprimento de 694 nucleotídeos (174 foram constantes, foram 143 Parcimônia-informativos e 377 foram ambíguos, sendo esta última eliminada das análises). O melhor modelo evolutivo escolhido pelo Modeltet foi TIM1+G com um likelihood score de (-lnL) of 3688.0251.

As análises de filogenia de *Cyathus* com base nas espécies coletadas na Floresta Nacional do Araripe e outras depositadas no GenBank demonstraram que o gênero é monofilético com medida de probabilidade posterior e bootstrap de 100%, como ocorreu nos trabalhos de Zhao et al. (2007, 2008) e Silva et al. (2015). *Cyathus* Sp. Nov. 01 e *C. Sp. Nov. 02* pertencem ao grupo *Striatum* estabelecido por Zhao et al. (2007). No entanto, as análises da região ITS sugerem a composição de um novo grupo infragenérico sendo grupo-irmão ao *Striatum*, mas novos dados, incluindo mais representantes do gênero, se fazem necessário para uma análise mais robusta. *Cyathus* Sp. Nov. 03 juntamente com *C. Sp. Nov. 04* integram o grupo "*Pedicellatus*" recentemente estabelecido por Silva et al. (2015), que agrupa espécies com esporos maiores que 15 μm (muitas vezes extrapolando os 30 μm).

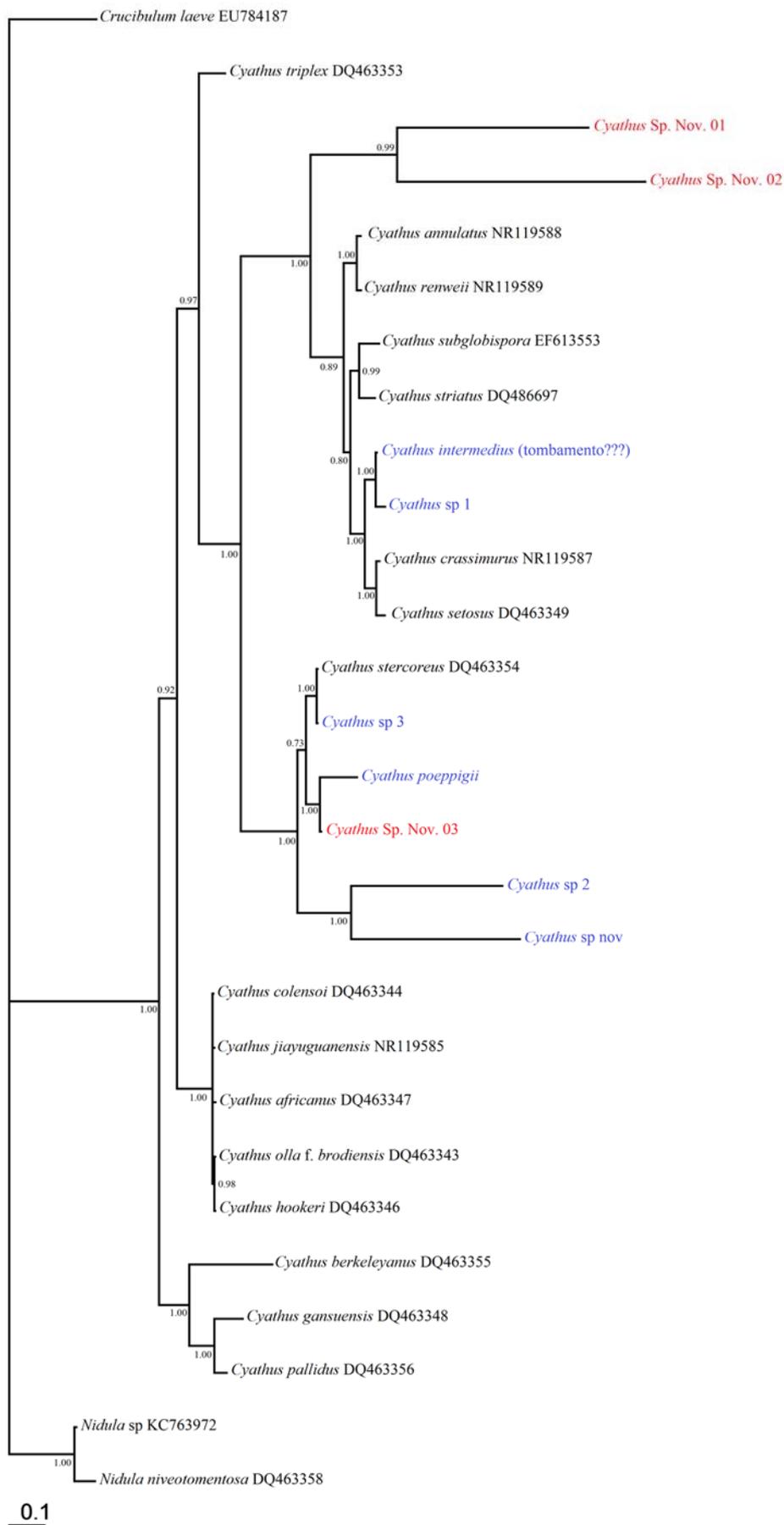


Figura 1: Reconstrução Filogenética da Região ITS do rDNA de espécies selecionadas de *Cyathus*. Elaborada no programa Mr. Bayes com valores de Medida de Probabilidade Posterior nos nós da árvore.

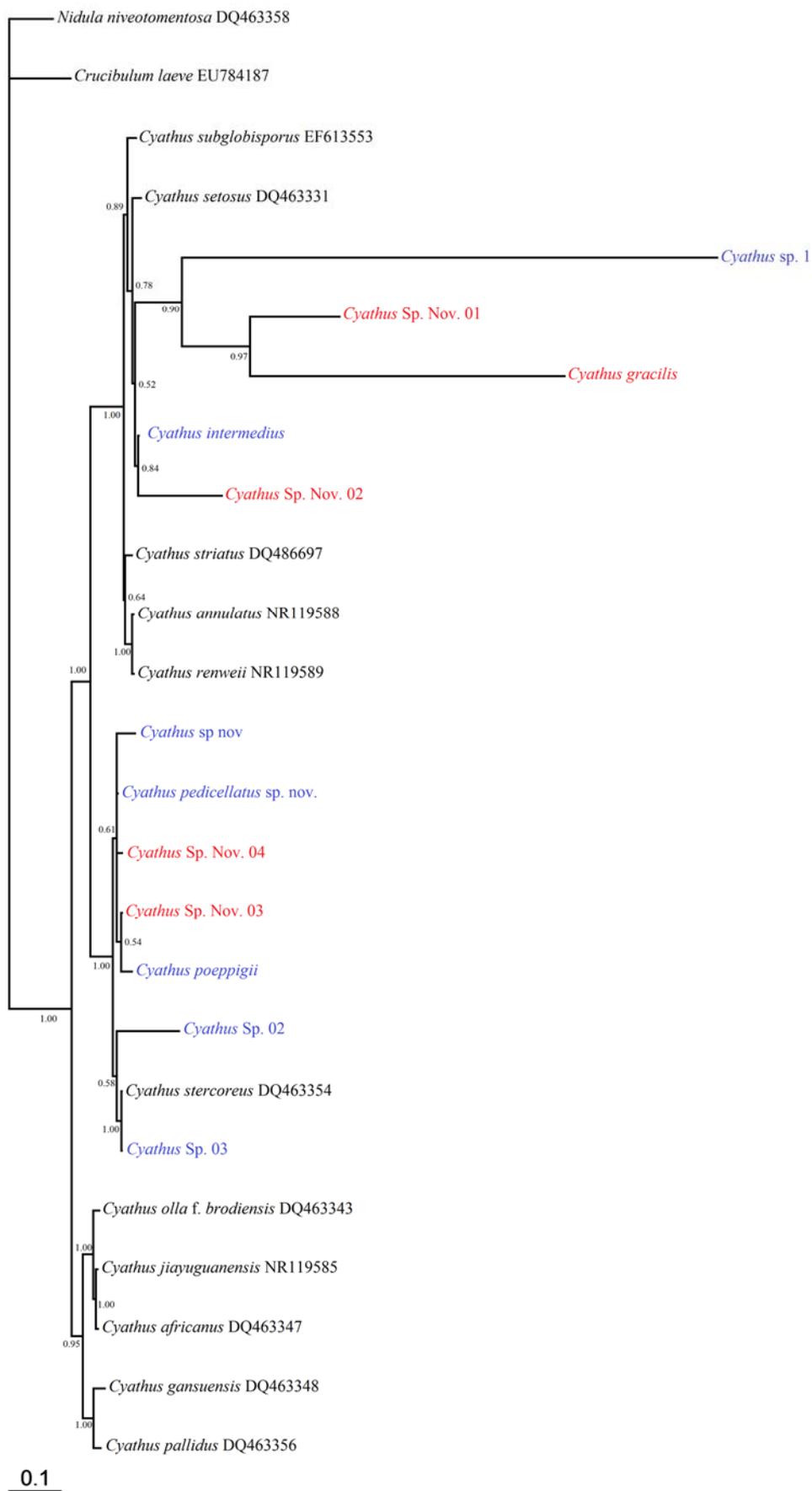


Figura 2: Reconstrução Filogenética da Região ITS+LSU do rDNA de espécies selecionadas de *Cyathus*. Elaborada no programa Mr. Bayes com valores de Medida de Probabilidade Posterior nos nós da árvore.

Taxonomia

Cyathus flabellatus sp. nov. Barbosa, Calonge & Baseia

Fig. 3A, B, C

Etimologia: Devido ao perídio estar em forma de leque.

Diagnose: Basidioma infundibuliforme, 6-7 mm de altura, 3-5 mm de largura no ápice. Perídio plicado em forma de leque internamente e externamente. Peridíolos irregulares a triangulares, 2-2,5 x 1,2-1,7 mm, córtex duplo. Basidiosporos ovoides a subglobosos, 10-13 x 13-16 μ m.

Holotipo: Brasil. Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, 16/IV/2011, Barbosa, M.M.B. UFRN-Fungos 1696

Basidioma infundibuliforme a largamente cônico, 5-7 mm de altura, 4-6,5 mm de largura na boca. Não expandido na parte superior e afilando-se abruptamente na base. Exoperídio hirsuto, com tomentos de até 0,6 mm agregados em tufo direcionados para baixo, Castanho (B50:Y50/M30 a B70:Y40/M40), profundamente estriado, 0,5 mm de largura. Superfície interna Cinza (B10:Y00/M00), brilhante, prateado, contrastando com o exterior, estriado, 0,6 mm de largura. Epifragma não observado. Embasamento inconspícuo, concolor a exoperídio. Peridíolos irregulares a triangulares, 1-2 x 1-1,6 mm, Cinza (B70:Y00/M00). Túnica presente, delgada, Castanho hialino. Córtex duplo. Basidiosporos hialinos, lisos, ovoides a subglobosos, 10-15 x 14-19 μ m (11 x 15 μ m), paredes espessadas de até 2,5 μ m.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em folhas e galhos em decomposição, geralmente em áreas parcialmente a completamente sombreadas.

Comentários: Espécie que se destaca pelo pequeno tamanho do basidioma, além de peridíolos bem pequenos. Devido ao seu perídio Castanho Escuro e estriado, assemelha-se a *Cyathus helenae* sendo que esta possui peridíolos com córtex simples enquanto que *C. flabellatus* é distintamente duplo. Uma outra espécie bem próxima nas características morfológicas é *C. limbatus* sendo que esta espécie não possui túnica e a amostra aqui estudada tem uma túnica delgada e de cor Castanha. *Cyathus nigroalbus* pelo seu tamanho diminuto pode ser confundido com *C. flabellatus* sendo que a primeira possui como característica chave o exterior com um castanho bem escuro (quase negro) e um interior distintamente prateado, algo não observado na amostra em questão. De acordo com as análises filogenéticas, *C. flabellatus* se agrupa no primeiro clado juntamente com *C. gracilis* que possui um endoperídio liso a fracamente plicado e cuja principal característica é o basidioma delgado sendo bem afilado na base. Na árvore da região ITS do DNA ribossomal na Fig. 1 observa-se que *C. flabellatus* se aproxima mais de *Cyathus* Sp. Nov. 02 em um clado próximo ao *Striatus* proposto por Zhao et al. (2007). Devido a uma série de características que não aponta a nenhuma

espécie conhecida e pelos dados de filogenia evidenciado nas duas árvores mostradas propomos aqui uma nova espécie para o gênero *Cyathus*.

***Cyathus* sp. nov. 2 Barbosa, Calonge & Baseia**

Fig. 3 D, E, F

Holotipo: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 08/IV/2013. UFRN-Fungos 2388.

Basidioma infundibuliforme, 7-9 mm de altura, 5-7 mm de largura na boca. Basidioma não expandido no terço superior e não afinando-se abruptamente na base. Exoperídio levemente hirsuto a lanoso, agregados em finas mechas irregulares com até 0,25 mm de extensão, Castanho (B70:Y90/M60), não estriado. Superfície interna Branco Prateado (B10:Y00/M00), brilhante, levemente estriado, até 1 mm de largura. Embasamento inconspícuo, até 1 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio. Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa e esbranquiçada. Boca minutamente fimbriada. Peridíolos circulares a elípticos, alguns irregulares, Cinza Prateado (B70:Y00/M00 A B90:Y00/M00), 2-2,8 x 1,5-2,1 mm. Túnica presente, delgada e esbranquiçada. Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, subcirculares a oblongos, 9-12 x 14-16 μm (10 x 15 μm), paredes espessadas de até 2,5 μm . Apículo evidente.

Aspectos Ecológicos: Ocorre em tronco em decomposição, geralmente em áreas parcialmente sombreadas.

Comentários: Esta espécie pode ser reconhecida pelo basidioma levemente hirsuto e interior esbranquiçado finamente estriado além de peridíolos prateados. Por possuir uma túnica e ter o perídio estriado esta amostra pertence ao grupo VII da classificação infragenérica proposto por Brodie (1975) e tem uma grande similaridade morfológica com *Cyathus helenae* sendo que este possui um córtex simples e esporos ovoides ao passo que *Cyathus* Sp. Nov. 02 possui um córtex claramente duplo e esporos subcirculares a oblongos. Pela presença do apículo, esta amostra poderia ser confundida com *C. africanus* sendo que esta possui basidiomas bem pequenos e peridíolos formado por uma única camada, além disso os esporos são consideravelmente menores (6,5-8,5 x 8,5-12 μm) (Brodie 1975).

Holotipo: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 06/IV/2013. UFRN-Fungos 2382.

Basidioma infundibuliforme a campanulado, 5-7 mm de altura, 4-7 mm de largura na boca. Não expandido no terço superior e não afinando-se abruptamente na base. Exoperídio levemente hirsuto a lanoso, agregados em finas mechas irregulares com até 0,3 mm de extensão, Castanho a Castanho Claro (Y99: M90/C80 a Y60: M50/C20), distintamente estriado. Superfície interna Cinza (B70: M00/C00), levemente prateado, não brilhante, levemente estriado, até 1 mm de largura. Embasamento ausente ou inconspícuo. Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa e esbranquiçada. Boca distintamente fimbriada, recurvada para o exterior. Peridíolos circulares a irregulares, Negro (B99: Y00/M00), 1,6-1,9 x 1,5-1,9 mm. Túnica presente, delgada e castanho hialino. Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, subglobosos a elípticos, 10-23 x 17-38 μm (19 x 30 μm), paredes espessadas de até 3 μm . Apículo ausente.

Aspectos Ecológicos: Ocorre no solo em áreas parcialmente sombreadas, com pouca matéria vegetal em decomposição.

Comentários: Curiosa espécie encontrada na floresta crescendo sobre um tecido velho, bem abundante e de coloração negra é reconhecido pelo seu basidioma hirsuto e peridíolos com córtex duplo e esporos elípticos. Devido a estas características, esta amostra também pertence ao grupo VII da classificação infragenérica proposto por Brodie (1975). Lembra, devido aos esporos de comprimento longo e basidioma estriado, *C. poeppigii*, no entanto, esta não possui túnica nos peridíolos e suas estrias são bem mais profundas que *Cyathus* sp. nov. 03. Entretanto a característica mais marcante desta amostra que a torna diferente de *C. poeppigii* e das demais é o tamanho diminuto do peridíolo (1,6-1,9 x 1,5-1,9 μm) e sua forma circular. Nas duas árvores apresentadas neste trabalho, *Cyathus* sp. nov. 3 está sempre agrupado no mesmo clado de *C. poeppigii* o que é esperado devido ao tamanho semelhante dos esporos e pela presença de estrias.

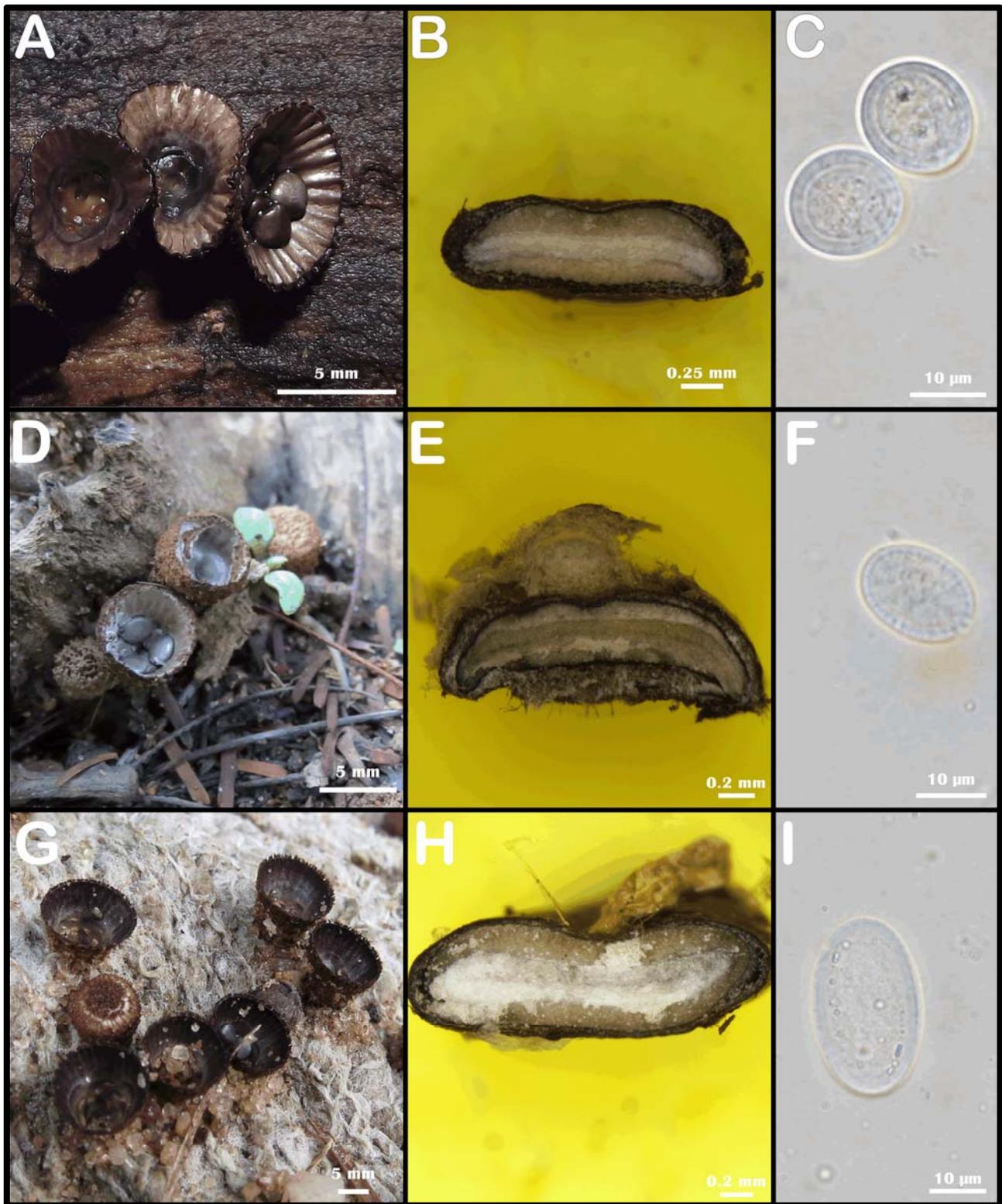


Figura 3: *Cyathus flabellatus* Sp. Nov: A. Basidioma em seu habitat natural; B. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; C. Basidiosporos. *Cyathus* Sp. Nov. 02: D. Basidioma em seu habitat natural; E. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; F. Basidiosporos. *Cyathus* Sp. Nov. 03: G. Basidioma em seu habitat natural; H. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; I. Basidiosporos.

***Cyathus* sp. nov. 4 Barbosa, Calonge & Baseia**

Fig. 4 A, B, C

Holotipo: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/III/2012. UFRN-Fungos 1731.

Basidioma infundibuliforme, 4-5,5 mm de altura, 3-4 mm de largura na boca. Não expandido no terço superior e não afilando-se abruptamente na base. Exoperídio levemente hirsuto a lanoso, agregados em finas mechas irregulares com até 0,5 mm de extensão, Creme (Y50: M50/C40), estriado nos espécimes mais velhos. Superfície interna Cinza Prateado (Y10:M10/C30), brilhante, distintamente estriado, até 0,3 mm de largura. Embasamento inconspícuo, até 2 mm de diâmetro, concolor ao exoperídio. Epifragma em duas camadas sendo a mais externa hirsuto e concolor ao exoperídio e a mais interna membranosa e esbranquiçada. Boca fimbriada a glabro. Peridiólos subcirculares a irregulares, Negro (B99: Y00/M00), 1,5-1,7 x 1-1,5 mm. Túnica presente, delgada e esbranquiçada. Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, globosos a elípticos, 22-30 x 16-24 μm (25 x 20 μm), paredes espessadas de até 4 μm . Apículo ausente.

Ecologia: Espécie bem abundante na FLONA do Araripe, geralmente ocorrendo em casca de árvores já em decomposição embora em troncos também possa ocorrer.

Comentários: Espécie com abundante frutificação, geralmente ocorrendo em áreas de Cerrado. Seu tamanho diminuto e coloração marfim são as características marcante e que a tornam morfológicamente próximas a *C. bullieri* e *C. griseocarpus*. O primeiro se diferencia pelos esporos bem menores (5-8,5 μm de diâmetro) além de serem esféricos a subgloboso (Brodie 1975). O segundo também se diferencia por possuir esporos menores (5-6 x 7,5-9 μm) além de um córtex formado por uma única e espessa camada (Brodie 1984).

***Cyathus* sp. nov. 5 Barbosa, Calonge & Baseia**

Fig. 4 D, E, F

Holotipo: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/IV/2011. UFRN-Fungos 1709.

Basidioma largamente cônico, 10-13 mm de altura, 6-9 mm de largura na boca. Levemente revoluto. Expandido na parte superior e afilando-se abruptamente na base formando um pedicelo de até 3 mm de extensão. Exoperídio hirsuto, agregado em tufos formados por finas mechas de até 1 mm de comprimento, Castanho (Y70: M60/C50) a Castanho Escuro (Y70: M99/C80), finamente estriado com até a 0,5 mm de largura. Boca fimbriada com tomentos de até 0,5 mm de altura.

Superfície interna estriada, com até 0,5 mm de largura, Castanho Escuro (Y70: M99/C80), brilhante, contrastando com o exterior. Epifragma composta por duas camadas, a mais externa hirsuto, evanescente e concolor ao exoperídio, e a mais interna membranosa e esbranquiçada, persistente. Embasamento conspícuo e bem desenvolvido, concolor ao exoperídio, 2-5 mm de diâmetro. Peridíolos circulares a irregulares, Cinza (6E2), 2-3 x 2-2,5 mm. Túnica presente, delgada, hialino. Córtex distintamente duplo. Basidiosporos lisos, hialinos, elípticos, 9-13 x 15-19 μm (10 x 17 μm), paredes espessadas de até 2,5 μm .

Ecologia: Ocorre em áreas parcialmente sombreadas em galhos e restos de troncos em decomposição. Sua frutificação se dá no período de maior intensidade de chuva (Março a Abril).

Material Adicional Examinado: BRASIL. Estado do Ceará: Crato, Floresta Nacional do Araripe, leg. MMB Barbosa, 18/IV/2011. UFRN-Fungos 1708.

Comentários: Espécie que chama atenção pelo seu tamanho podendo chegar os 13 mm de altura além de um embasamento bem desenvolvido podendo atingir os 3 mm de altura e até 7 mm de diâmetro. É caracterizado por um endoperídio estriado e que devido a presença de túnica o aloca no grupo VII da classificação infragenérica tradicional. Pode ser confundido com *Cyathus helenae* mas este possui um córtex com uma única camada ao passo que *Cyathus* Sp. Nov. 05 possui um córtex com duas camadas; a amostra estudada também pode ser confundida com *C. limbatus* pela sua aparência externa e córtex duplo no peridíolo, além do tamanho dos esporos. No entanto, *C. limbatus* possui uma coloração mais escura e esporos ovoides além de possuir túnica no peridíolo, além destas características suas estrias são bem mais desenvolvidas.



Figura 4: *Cyathus* sp. nov. 04: A. Basidioma em seu habitat natural; B. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; C. Basidiosporos. *Cyathus* Sp. Nov. 05: D. Basidioma em seu habitat natural; E. Secção longitudinal do peridíolo evidenciando o córtex duplo; F. Basidiosporos.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao CNPq pelo fornecimento de bolsa de pesquisa do primeiro autor bem como pelo apoio financeiro dado ao projeto por intermédio dos projetos PPBio/Fiocruz/casadinho. Agradecemos também ao ICMBio na pessoa do Dr. Francisco Willian Brito pela autorização de pesquisa na área de estudo bem como por todo o apoio logístico fornecido.

9. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nesta tese tem-se o registro de mais 41 espécies de fungos gasteroides muitas delas novas para a ciência e várias outras representam ao menos um novo registro para o Estado do Ceará sendo assim distribuído: 13 espécies novas (9 de *Cyathus*, 1 de *Morganella*, 1 de *Bovista*, 1 de *Geastrum* e 1 de *Calvatia*), tem-se, ainda, um novo registro para a América do sul (*Morganella subincarnata*). No gráfico da figura 1 é possível observar a representatividade dos gêneros coletados com base no número de amostras.

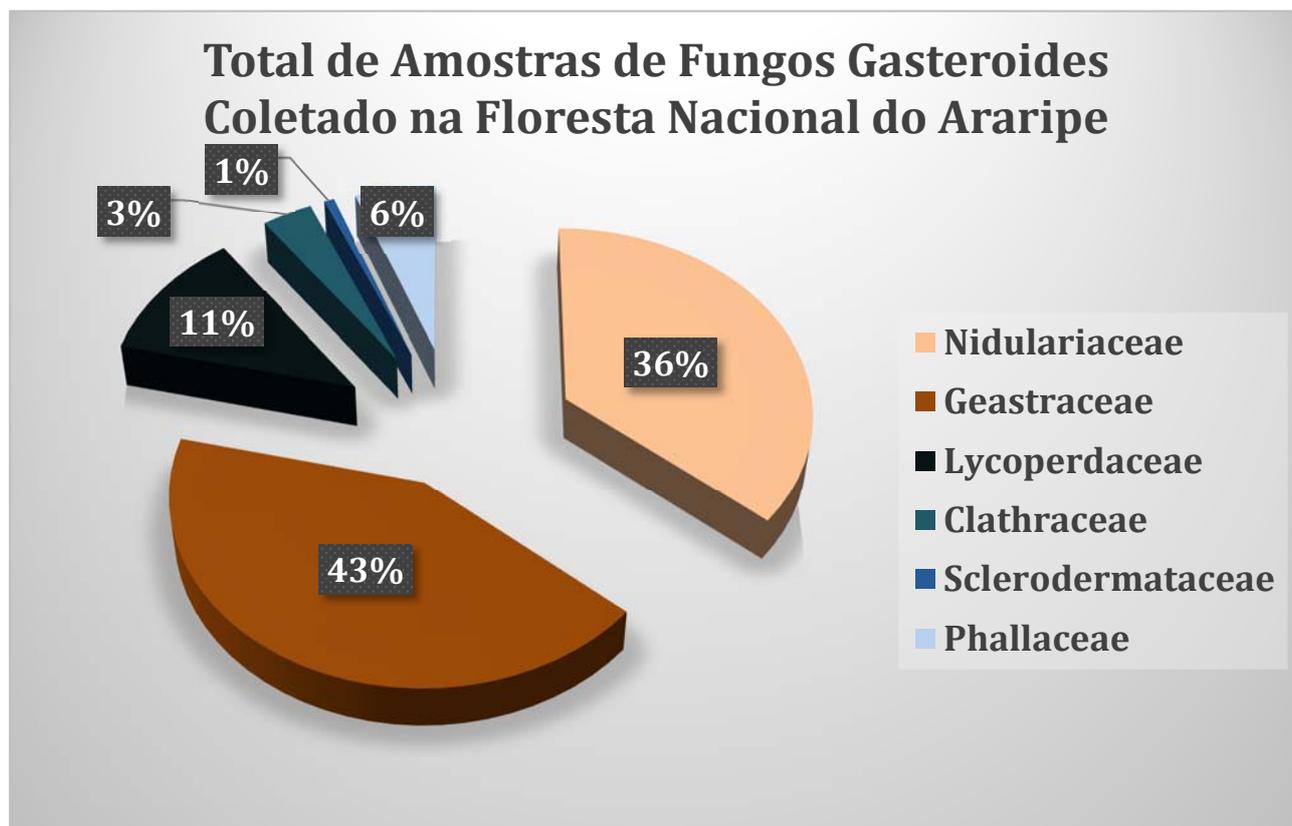


Figura 1: Total de Amostras de Fungos Gasteroides Coletado na Floresta Nacional do Araripe

De acordo com o gráfico podemos observar que duas famílias se destacaram com os dois gêneros Tipo sendo mais representativos (Nidulariaceae e Geastraceae). Em seguida, têm-se os gêneros menos representativos como *Phallus*, *Scleroderma*, *Bovista* e *Vascellum*, todas com apenas uma espécie registrada. É difícil apontar alguma justificativa para este cenário visto que não há na literatura especializada estudos ecológicos com este grupo de fungos até pela própria dificuldade em se desenvolver um trabalho ecológico com confiança devido à natureza de crescimento micelial dos fungos no subsolo. Talvez a característica do solo em conjunto com o clima seja um fator determinante para uma melhor adaptação dos gêneros *Geastrum* e *Cyathus* culminando com sua maior representatividade. Ou talvez, ainda, a área estudada em questão esteja em um estágio de equilíbrio (Connel & Slatyer 2007) a qual a fase inicial da sucessão, em que diversas espécies

competem para conquistar determinado nicho ecológico, terminou e, então, o ambiente passa a ser “dominado” por três ou mais espécies e as demais ocorrem em pequena escala quando a estabilidade é atingida. Claro que são teorias não comprovadas que requerem um estudo mais aprofundado da ecologia do grupo. Apesar deste trabalho não abranger uma análise mais detalhada destas teorias, foram levantadas algumas informações ecológicas que são de suma importância para a compreensão da estrutura de comunidade dos fungos gasteroides.

O primeiro aspecto ecológico analisado foi em relação a frutificação do basidioma. Sabe-se empiricamente que os fungos gasteroides apresentam sazonalidade; assim como muitos grupos de fungos, como por exemplo as micorrizas arbusculares (Mandyam & Jumpponen 2008), e outros Basidiomycetes (Parker-Rhodes 2006). Na literatura pertinente, observa-se que a maioria das espécies gasteroides tem preferência para o período de maior volume de chuva visto que as coletas relatadas nestas referências sempre são no período chuvoso. Em pesquisa anterior, para áreas de Mata Atlântica, observou-se que a maior incidência de frutificações de fungos gasteroides coincidiu com os maiores picos de volume de chuva (Barbosa 2011). Neste trabalho, novamente, observa-se que a maior incidência de frutificações se dá nos maiores picos de chuva, como é possível observar na figura 2, cujo gráfico demonstra que os fungos gasteroides possuem uma preferência maior para frutificar nos períodos de maior chuva, dando um suporte maior às informações empíricas acerca dos fungos gasteroides.

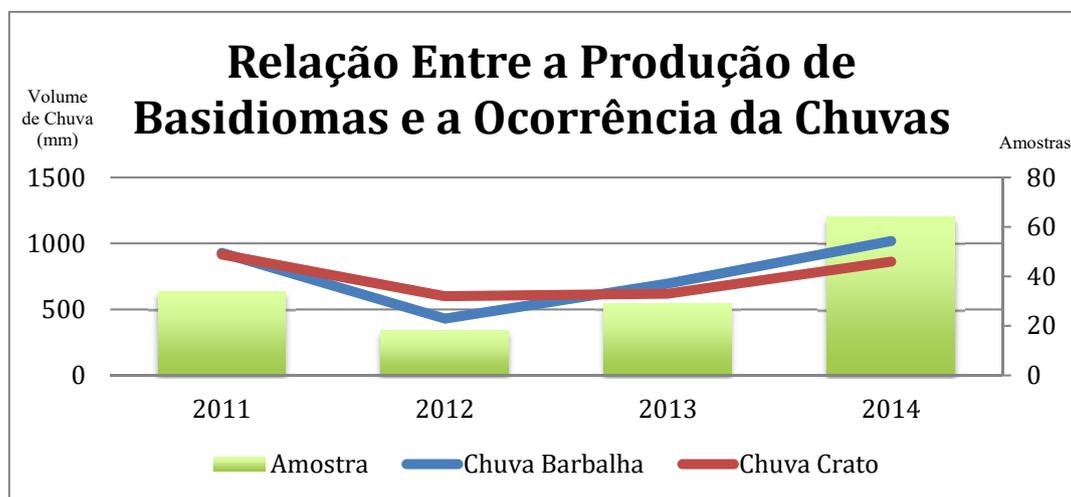


Figure 2: Gráfico demonstrando a relação entre a frutificação de fungos gasteroides e ocorrência de chuva na Floresta Nacional do Araripe-Apodi. No lado esquerdo do gráfico tem-se os valores em mm de chuva enquanto que ao lado direito tem-se o número de amostras. Foram observados os dados de pluviometria de dois postos de observação: Em azul o posto do município de Barbalha e em vermelho o de Crato.

Outro aspecto ecológico importante é em relação à preferência de substrato dos fungos gasteroides. De acordo com o gráfico da figura 3 observa-se que há dois tipos de substratos principais os quais os fungos gasteroides colonizam: terrícola e lignícola com 52% e 38%

respectivamente. O substrato menos colonizado foi casca de árvores (corticícola), que é representado por uma única espécie do gênero *Bovista*, algo bem incomum para este táxon. Uma terceira situação demonstrada no gráfico corresponde ao substrato denominado Mix que ocorre quando a espécie não tem uma preferência específica e coloniza o que estiver disponível, como folhas, galhos, restos vegetais, sementes entre outros. Estes dados são importantes para se conhecer um pouco sobre a ecologia deste grupo e até mesmo para direcionar melhor as expedições de coleta e compreender porque determinado táxon não se faz presente em determinada área.

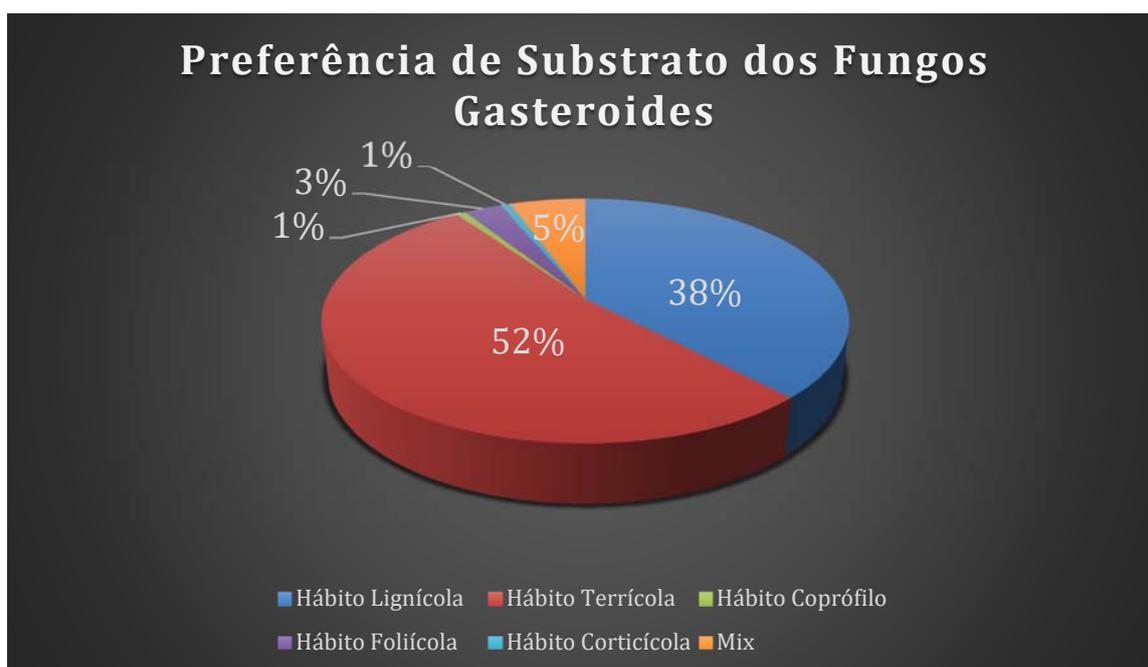


Figura 3: Gráfico demonstrando as preferências de substrato dos fungos gasteroides

Considerando os estudos filogenéticos, foram analisados um total de três regiões genômicas: ITS e LSU do DNA ribossomal e a região ATP-6 do DNA mitocondrial. Dependendo do táxon estudado, uma ou mais regiões citadas foram utilizadas. Por exemplo, para o gênero *Calvatia* apenas a região ITS foi analisada, pois não se encontra no banco de dados, até o momento, sequências de DNA com informações suficientes de outras regiões genômicas que não a ITS, o que torna impossível uma análise multi-gênica. Para incrementar o banco de dados, as demais regiões também foram amplificadas e serão futuramente depositadas. De forma geral, as análises filogenéticas contribuíram para uma melhor análise morfológica dos espécimes, dando um suporte maior às espécies novas aqui propostas, além de esclarecer dúvidas pertinentes em relação à igualdade entre táxons.

Do ponto de vista taxonômico, o trabalho aqui apresentado trouxe uma imensa contribuição para o Estado do Ceará que tinha estudos bastante escassos com relação aos fungos gasteroides.

Considerando os registros para o Estado, temos alguns relatos de líquens (Menezes et al. 2013), Agaricaceae (Nascimento & Alves 2014), fungos conidiais (Silva et al. 2014), fungos micorrizicos arbusculares (Silva et al. 2014b). Para os gasteroides tem-se o registro de quatro espécies novas de *Cyathus* (Cruz & Baseia 2014). Assim, o presente trabalho traz uma considerável contribuição para o estudo dos gasteroides, com 13 novas espécies sendo propostas e novas referências para o país e Estado cearense. No entanto, o esforço de coleta empregado corresponde a menos de 2% do território da flona, visto que a mesma possui mais de 40 mil hectares, demonstrando que novos estudos taxonômicos devem ser desenvolvidos na área e, desta forma, contribuir para o incremento de conhecimento dos fungos gasteroides.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad S. 1952. *Gasteromycetes of West Pakistan*. Lahore, At The Panjab University Press, 92 pp.
- Alexopoulos C. J., Mims C. W., Blackwell M. 1996. *Introductory Mycology*. New York, John Wiley.
- Alfredo D. S., Rodrigues A. C. M., Baseia, I. G. 2014. *Calvatia nodulata*, a new gasteroid fungus from Brazilian Semiarid region. *Journal of Mycology* 2014: 1–7.
- Alves C. R. & Cortez V. G. 2013. *Calvatia guzmanii* sp. nov. (Agaricaceae, Basidiomycota) from Paraná State, Brazil. *Phytotaxa* 85 (2): 35–40.
- Alves C. R. & Cortez V. G. 2014. Gasteroid Agaricomycetidae (Basidiomycota) from Parque Estadual São Camilo, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Biociências* 12 (1): 27-41.
- Araújo F. S., Sampaio E. V. S. B., Figueiredo M. A., Rodal M. J. N., Fernandes A. G. 1998. Composição florística da vegetação de carrasco, Novo Oriente, CE. *Revista Brasileira de Botânica* 21(2): 15-26.
- Barbosa M. M. B. 2011. *Fungos Gasteroides em áreas de Mata Atlântica no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil*. Recife: 164 pp.
- Barbosa M. M. B., Cruz R. H. S. F., Calonge F. D., Baseia I. G. 2014. Two new records of *Cyathus* species for South America. *Mycosphere* 5 (3): 425-428.
- Barbosa M. M. B., Silva M. A., Cruz R. H. S. F., Calonge, F. D., Baseia, I. G. 2011. First report of *Morganella compacta* (Agaricales, Lycoperdaceae) from South America. *Mycotaxon* 116: 381-386.
- Baseia I. G. & Calonge F. D. 2005. *Aseroë floriformis*, a new phalloid with a sunflower-shaped receptacle. *Mycotaxon* 92: 169-172.
- Baseia I. G. & Calonge F. D. 2006. *Geastrum hirsutum*, a new earthstar with a hairy exoperidium. *Mycotaxon* 95: 301-304.
- Baseia I. G. & Galvão T. C. O. 2002. Some interesting Gasteromycetes (Basidiomycota) in dry areas from Northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 16 (1): 01-08.
- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2000. First recordo f *Scleroderma polyrhizum* Pers. (Gasteromycetes) from Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 14 (2): 181-184.
- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2001a. *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly in cerrado vegetation of São Paulo State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 15 (1), 13-16.

- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2001b. *Nidularia pulvinata* (Shwein.) Fr. (Gasteromycetes): a new record from Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 24 (4), 479-481.
- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2001c. *Cyathus* (Gasteromycetes) in Cerrado Region, São Paulo State. *Mycotaxon* 80: 493-502.
- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2002a. *Tulostoma* Persoon (Gasteromycetes) from Cerrado region, State of São Paulo, Brazil. *Acta Botanica Brasílica* 16 (1): 09-14.
- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2002b. *Montagnea haussknechtii* Rab. (Podaxales) a rare agaricoid fungus: first record from Brazil. *Acta Botanica Brasílica* 16 (3): 311-315.
- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2002c. *Geastrum setiferum* (Gasteromycetes): A new species with a setose endoperidium. *Mycotaxon* 84: 135-139.
- Baseia I. G. & Milanez A. I. 2002d. *Rhizopogon* (Rhizopogonaceae): Hypogeous fungi in exotic plantations from the State of São Paulo, Brazil. *Acta Botanica Brasílica* 16 (1): 55-59.
- Baseia I. G. 2003. Contribution to the study of the genus *Calvatia* (Lycoperdaceae) in Brazil. *Mycotaxon* 88: 107-112.
- Baseia I. G. 2005. *Bovista* (Lycoperdaceae): dois novos registros para o Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 19 (4): 899-903.
- Baseia I. G., Cavalcanti M. A., Milanez A. I. 2003. Additions to our knowledge of the genus *Geastrum* (Phallales: Geastraceae) in Brazil. *Mycotaxon* 85: 409-416.
- Baseia I. G., Silva B. D. B., Leite A. G., Maia L. C. 2007. The Genus *Calostoma* (Boletales, Agaricomycetidae) from the Brazilian cerrado and semi-arid areas. *Acta Botânica Brasílica* 21 (2): 277-280.
- Baseia I. G.; Calonge F. D.; Maia L. C. 2006. Notes on the Phallales in Neotropics. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid, Spain* 30: 87-93.
- Bates S. T., Roberson R. W., Desjardin D. E. 2009. Arizona gasteroid fungi I: Lycoperdaceae (Agaricales, Basidiomycota). *Fungal Diversity* 37: 153–207.
- Berkeley J. M. 1839. On the fructification of *Lycoperdon*, *Phallus* and other allied genera. *Journal of Natural History* 4 (23): 155-158.
- Berkeley J. M. 1860. *Outlines of British Fungology*. 442 pp.
- Berkeley M. J. 1842. Notice of some fungi collected by C. Darwin Esq. in South America and the Islands of the Pacific. *Natural History Magazine* 9 (60), 443-448.

- Berkeley M. J., Cooke M. C. 1876. The fungi of Brazil, including those collected by J.W.H. Trail, Esq. M.A. in 1874. *Botanical Journal of the Linnean Society* 15, 363-398.
- Bolton J. 1788. *An history of funguses growing about Halifax*. Vols. I-II, Huddersfield.
- Bononi V. L. R. 1984. Basidiomicetos da Reserva Biológica de Mogi Guaçu. *Rickia* 11: 1-25.
- Bononi V. L. R., Guzmán G., Capelari M. 1984. Basidiomycetos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, V: Gasteromicetos. *Rickia* 11: 91-97.
- Bononi V. L. R., Trufem S. F. B., Grandi R. A. P. 1981. Fungos macroscópicos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil, depositados no herbário do Instituto de Botânica. *Rickia* 9: 37-53.
- Bottomley A. M. 1948. Gasteromycetes of South Africa. *Bothalia* 4: 473-810.
- Brodie H. J. & Dennis R. W. G. 1954. The Nidulariaceae of the West Indies. *Transactions of the British Mycological Society* 37 (2): 151-160.
- Brodie H. J. 1970. A previously unnamed species of *Cyathus* from the Cypress Hills, Alberta. *Canadian Journal of Botany* 48 (4): 749-750.
- Brodie H. J. 1973. A new species of *Cyathus* from the Philippines. *Canadian Journal of Botany* 51: 1393-1394.
- Brodie HJ. 1975. The bird's nest fungi. Toronto, University of Toronto Press.
- Brodie HJ. 1984. More bird's nest fungi (Nidulariaceae): a supplement to "The Bird's Nest Fungi" (1975). *Lejeunia* 112, 69 pp.
- Bruns T. D., Fogel R., White T. J., Palmer J. D. 1989. Accelerated evolution of a false-truffle from a mushroom ancestor. *Nature* 339: 140-142.
- Bryant C. 1782. *An Historical Account of two species of Lycoperdon*. London.
- Burk W. R. & Fitzgerald, T. K. 1981. Puffball usages among North American Indians. *Mcilvainea* 5(1): 14-17.
- Cabral T. S., Marinho P., Goto B. T., Baseia I. G. 2012. *Abrachium*, a new genus in the Clathraceae, and *Itajahya* reassessed. *Mycotaxon* 119: 419-429.
- Calonge F. D. & Martín M. P. 1990. Notes on the taxonomical delimitation in the genera *Calvatia*, *Gastropila* and *Langermannia* (Gasteromycetes). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 14: 181-190.

- Calonge F. D., Mata M. 2006. Adiciones y correcciones al catálogo de Gasteromycetes de Costa Rica. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 30: 111-119.
- Calonge F. D., Mata M., Carranza J. 2005. Contribución al catálogo de los Gasteromycetes (Basidiomycotina, Fungi) de Costa Rica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 62 (1): 23-45.
- Calonge FD. 1998 – Gasteromycetes: Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. *Flora Micológica Ibérica* 3, 271 pp.
- Capelari M. & Maziero R. 1988. Fungos macroscópicos do estado de Rondônia região dos rios Jaru e Ji-Paraná. *Hoehnea* 15: 28-36.
- Chu-Chou M., Grace L.J. 1983. Hypogeous fungi associated with some forests trees in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 21: 183-190.
- Coetzee J. C. & Wyk A. E. 2005. (1687) Proposal to conserve *Calvatia* nom. cons. (Lycoperdaceae) against an additional name, *Omalycus*. *Taxon* 54 (2): 541–542.
- Coetzee J. C. & Wyk A. E. 2007. (1770) Proposal to conserve *Calvatia* nom. cons. (Basidiomycota, Lycoperdaceae) against an additional name, *Lanopila*. *Taxon* 56 (2): 598–599.
- Coetzee J. C. & Wyk A. E. 2009. The genus *Calvatia* ('Gasteromycetes', Lycoperdaceae): a review of its ethnomycology and biotechnological potential. *African Journal of Biotechnology* 8 (22): 6007–6015.
- Coker W. C.; Couch J. N. 1928. *The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada.*: New York, Dover. 283 pp.
- Connell J. H., Slatyer R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119–1144.
- Cortez V. G., Baseia I. G., Guerrero R. T. 2006. Additions to the micobiota (Agaricales, Basidiomycetes) of Rio Grande do Sul, Brazil II: The bird's nest fungi *Nidularia pulvinata* (Schwein.) Fr. *Biociências (Porto Alegre)* 14 (1), 15-18.
- Cortez V. G., Baseia I. G., Silveira R. M. B. 2008. Gasteromicetos (Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 6 (3): 291-299.
- Cortez V. G., Baseia I. G., Silveira R. M. B. 2011. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: Boletales. *Journal of Yeast and Fungal Research* 2 (4): 44-52.
- Coutinho L. M. 2006. O conceito de bioma. *Acta Botânica Brasílica* 20 (1): 13-23.

- Cruz R. H. S. F., Assis N. M., Silva M. A., Baseia I. G. 2014. Revision of the genus *Cyathus* (Basidiomycota) from the herbaria of northeast Brazil. *Mycosphere* 5 (4): 531-540.
- Cruz R. H. S. F., Barbosa M. M. B., Baseia I. G. 2012. *Cyathus badius* and *C. earlei* reported from the Brazilian Atlantic rainforest. *Mycotaxon* 121: 365-369.
- Cruz R. H. S. F., Baseia I. G. 2014. Four new species (Nidulariaceae, Basidiomycota, Fungi) from semi-aride region of Brazil. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 141 (2): 173-180.
- Cunningham C. H. 1944. *The Gasteromycetes of Australia and New Zealand*. Dunedin, 236 pp.
- Cunningham G. H. 1926. Lycoperdaceae of New Zealand. *Transactions and Proceedings of the Royal Society of New Zealand* 57: 187–217.
- De Bary A. 1864. Die Mycetozen (Schleimpilze). Ein Beitrag zur Kenntnis der niedersten Organismen. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- De Meijer A. A. R. 2006. Preliminary list of macromycetes from the Brazilian State of Paraná. *Bol. Mus. Bot. Munic.* 68: 1-55.
- Degreef J., Amalfi M., Decock C., Demoulin V. 2013. Two rare Phallales recorded from São Tomé. *Cryptogamie, Mycologie* 34 (1): 3-13.
- Demoulin V. 1968. Gastéromycètes de Belgique: Sclerodermatales, Tulostomatales, Lycoperdales. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 38: 1-101.
- Demoulin V. 1969. Les gastéromycètes. Introduction a l'étude des *Gasteromycetes* de Belgique. *Les Naturalists Belges* 50: 225-270.
- Demoulin V. 1976. Species of *Lycoperdon* with a setose exoperidium. *Mycotaxon* 3 (2): 275-296.
- Demoulin V., Marriot J. V. R. 1981. Key to the Gasteromycetes of Great Britain. *Bulletin of the British Mycological Society* 15: 37-56.
- Dennis R. W. G. 1953. Some West Indian Gasteromycetes. *Kew Bulletin* 8 (3): 307-328.
- Dissing H. & Lange M. 1962. Gasteromycetes of Congo. *Bulletin du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles* 32(4): 325-416.
- Dodge C. W. 1928. *Comparative Morphology of Fungi*. Translated and Revised of Gaümann, E. A. 1926. Vergleichende morphologie der pilze. McGraw-Hill, 701 pp.
- Doyle J. J. & Doyle J. L. 1987. A rapid isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem Bull* 19: 11-15.

- Drechsler-Santos E. R., Wartchow F., Baseia I. G., Gibertoni T. B., Cavalcanti M. A. Q. 2008. Revision of the Herbarium URM I. Agaricomycetes from the semi-arid region of Brazil. *Mycotaxon* 104: 9–18.
- Dring D. M. & Rose A. C. 1977. Additions to West African Phalloid Fungi. *Kew Bulletin* 31 (3): 741-751.
- Dring D. M. 1964. Gasteromycetes of West Tropical Africa. *Mycological Papers* 98: 1-60.
- Dring D. M. 1980. Contributions toward a rational arrangement of the Clathraceae. *Kew Bulletin* 35 (1): 1-96.
- Dring D.M. 1973. *Gasteromycetes*. In: Ainsworth, G.C., Sparrow, F.K., Sussman, A.S. (eds.). *The Fungi. An advanced treatise. Vol. IVB*. New York and London, Academic Press., pp. 451-478.
- Eckblad F. E. 1955. The Gasteromycetes of Norway. The epigaeal genera. *Nytt Magasin for Botanikk* 4: 19-86.
- Fazolino E. P.; Calonge F. D.; Baseia I. G. 2008. *Geastrum entomophilum*, a new earthstars with an unusual spore dispersal strategy. *Mycotaxon* 104: 449-453.
- Fidalgo O. & Bononi V. L. 1984. *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. Ser. Man. 4, Inst. Bot. 61 pp.
- Fidalgo O. & Fidalgo M. E. P. L. 1967. Dicionário Micológico. *Rickia* suplemento 2, 232 pp.
- Fidalgo O. 1962. Rick, o pai da micologia brasileira. *Rickia* 1, 3-11.
- Fidalgo O. 1974. Adições a história da micologia brasileira. II. Fungos coletados por William John Burchell. *Rickia* 6: 1-8.
- Filho P. T. A., Silva J. A. A., Meunier I. M. J., Ferreira R. L. C. 2001. Fisionomias da cobertura vegetal da Floresta Nacional do Araripe, Estado do Ceará. *Brasil Florestal* 71: 13-21.
- Fischer E. 1900. Gasteromycetes. In: Engler, A., Prantl, K. A. E. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten*. W. Engelmann, 276-346.
- Fischer E. 1933. Gasteromycetes. In: *Die natürlichen pflanzenfamilien nebst ihren gattungen und wichtigeren arten insbesondere den nutzpflanzen*. Vol. 7a, W. Engelman, 122 pp.
- Fries E. M. 1821. *Systema Mycologicum*. E. Berling, Lund.
- Fries E. M. 1849. *Systema Mycologicum*. E. Berling, Lund, 621 pp.
- Garner J. H. B. 1956. Gasteromycetes from Panama and Costa Rica. *Mycologia* 48: 757-764.
- Gäumann E. A. 1926. *Vergleichende morphologie der pilze*. G. Fishcer, 626 pp.

- Giachini A. J., Oliveira V. L., Castellano M. A., Trappe J. M. 2000. Ectomycorrhizal fungi in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations in Southern Brazil. *Mycologia* 92 (6): 1166-1177.
- Gibertoni T. B., Drechsler-Santos E. R. 2010. Lignocellulolytic *Agaricomycetes* from the Brazilian cerrado biome. *Mycotaxon* 111: 87-90.
- Góes-Neto A.; Longuercio-Leite C.; Guerrero R. T. 2005. DNA Extraction from frozen field-collected and dehydrated herbarium fungal basidiomata: perform of SDS and CTAB-based methods. *Biotemas* 18 (2): 19-32.
- Gómez C. L., Pérez-Silva E. 1988. Especies de Nidulariales (Gasteromycetes) comunes en Mexico. *Revista Mexicana de Micología* 4, 161-183.
- Gube M., Piepenbring M. 2009. Preliminary annotated checklist of Gasteromycetes in Panama. *Nova Hedwigia* 89 (3-4): 519-543.
- Guerrero R. T. & Silveira, R. M. B. 2003. *Glossário ilustrado de fungos: termos e conceitos aplicados a micologia*. 2ª Ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS.
- Gurgel F. E., Silva B. D. B., Baseia I. G. New records of *Scleroderma* from Northeastern Brazil. *Mycotaxon* 105: 399-405.
- Gusmão L. F. P. & Maia L. C. 2006. *Diversidade e caracterização dos fungos do semi-árido brasileiro*. Recife. Associação Plantas do Nordeste, Vol. II.
- Guzmán G. 1970. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. (Fungi, Basidiomycetes). *Darwiniana* 16: 233-407.
- Hall T. A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Harley J. L. & Smith S. E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. London, Academic Press, p. 483.
- Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. N. 1995. *Ainsworth & Bisby's dictionary of fungi*. 8ª Ed. CAB International, Wallingford.
- Heinemann P. & Rammeloo J. 1982. Observations sur les genre *Phlebopus* (Boletineae). *Mycotaxon* 15: 384-404.
- Hemmes D. E., Desjardin D. E. 2011. Earthstars (*Geastrum*, *Myriostoma*) of the Hawaiian Islands including two new species, *Geastrum litchiforme* and *Geastrum reticulatum*. *Pacific Science* 65 (4): 477-496.
- Hennings P. 1904. Fungi fluminenses s cl. E. Ule collecti. *Hedwigia* 43: 154-186.

- Herrera T. & Guzmán G. 1961. Taxonomia y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 32: 33-135.
- Herrera T., Pérez-Silva E., Esqueda M., Valenzuela V. H. 2005. Algunos Gasteromicetos de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Micología* 21: 23-27.
- Hibbett D. S., Binder M. 2002. Evolution of complex fruiting body morphologies in Homobasidiomycetes. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 269, 1963-1969.
- Hibbett D. S.; Binder M.; Bischoff J. F.; Blackwell M.; Cannon P. F.; Eriksson O. E.; Huhndorf S.; James T.; Kirk P. M.; Lücking R.; Thorsten L. H.; Lutzoni F.; Matheny P. B.; McLaughlin D. J.; Powell M. J.; Redhead S.; Schoch C. L.; Spatafora J. W.; Stalpers J. A.; Vilgalys R.; Aime M. C.; Aptroot A.; Bauer R.; Begerow D.; Benny G. L.; Castlebury L. A.; Crous P. W.; Dai Y.; Gams W.; Geiser D. M.; Griffith G. W.; Gueidan C.; Hawksworth D. L.; Hestmark G.; Hosaka K.; Humber R. A.; Hyde K. D.; Ironside J. E.; Kõljalg U.; Cletus P. K.; Larsson K.; Lichtwardt R.; Longcore J.; Miadlikowska J.; Miller A.; Moncalvo J.; Mozley-Standridge S.; Oberwinkler F.; Parmasto E.; Reeb V.; Rogers J. D.; Roux C.; Ryvarden L.; Sampaio J. P.; Untereiner W. A.; Walker C.; Wang Z.; Weir A.; Weiss M.; White M. M.; Winka K. Yao Y.; Zhang N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the fungi. *Mycological Research* 111: 509-547.
- Hibbett D. S.; Pine E. M.; Langer E.; Langer G.; Donoghue M. J. 1997. Evolution of gilled mushrooms and puffballs inferred from ribosomal DNA sequences. *Proceedings of the National Academy Science* 94: 12002-12006.
- Homrich M. H. & Wright J. E. 1988. South American Gasteromycetes. II. The Genus *Vascellum*. *Canadian Journal of Botany* 66 (7): 1285-1307.
- Homrich M. H. 1969. Etude de quelques Gasteromycetes Du Rio Grande do Sul. *Revue de Mycologie* 34 (1): 3-16.
- Hosaka K.; Bates S. T.; Beever R. E.; Castellano M. A.; Colgan III W.; Domínguez L. S.; Nouhra E. R. Geml J.; Giachini A. J.; Kenney S. R.; Simpson N. B.; Spatafora J. W.; Trappe J. M. 2006. Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. *Mycologia* 98 (6): 949-959.
- Huelsenbeck J. P., Ronquist F. 2001. MrBayes: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics* 17 (8): 754-755.
- IBAMA/ACB. 2004. *Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe*. Crato, CE.

- Jong S. C. & Donovick R. 1989. Antitumor and Antiviral Substances from Fungi. *Advances in Applied Microbiology* 34: 183-262.
- Jülich W. 1989. *Guida alla determinazione dei funghi. Vol II. Aphyllophorales, Heterobasidiomycetes, Gasteromycetes*. Ed. Saturnia, Trento.
- Kasuya T., Hosaka K., Uno K., Kakishima M. 2012. Phylogenetic placement of *Geastrum melanocephalum* and polyphyly of *Geastrum triplex*. *Mycoscience* 53 (6): 411-426.
- Kendrick B. 2000. *The fifth kingdom*. Focus Pub R Pullins, EUA. 373 pp.
- Kirk P. M., Cannon, P. F., David, J. C., Stalpers, J. 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*, 10. ed. Wallingford, Oxon.: CAB international, p.771.
- Kotlaba F., Pouzar Z. 1964. Preliminary results on the staining of spores and other structures of Homobasidiomycetes in cotton blue and its importance for taxonomy. *Feddes Repertorium* 69: 131-142.
- Kreisel H. & Dring, D. M. 1967. An emendation of the genus *Morganella* Zeller (Lycoperdaceae) with 2 plates and 3 figures. *Feddes Repertorium* 74 (1-2): 109-122.
- Kreisel H. 1967. Taxonomisch-pflanzengeographische Monographie der Gattung *Bovista*. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 25: 1-244.
- Kreisel H. 1967. Taxonomisch-pflanzengeographische Monographie der Gattung *Bovista*. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 25: 1-244.
- Kreisel H. 1989. Studies in *Calvatia* complex (Basidiomycetes). *Nova Hedwigia* 48 (3-4): 281-296.
- Kreisel H. 1992. An emendation and preliminary survey of the genus *Calvatia* (Gasteromycetidae). *Persoonia* 14: 431-439.
- Kreisel H. 1994. Studies in *Calvatia* complex (Basidiomycetes) 2. *Feddes Repertorium* 105 (5-6): 369-376.
- Kretzer A. M., Bruns T. D. 1999. Use of *atp6* in fungal phylogenetics: An example from the Boletales. *Molecular Phylogenetic Evolution* 13(3): 483-492.
- Krüger D.; Binder M.; Fischer M.; Kreisel H. 2001. The Lycoperdales. A molecular approach to the systematic of some gasteroid mushrooms. *Mycologia* 93 (5): 947-957.
- Kueppers H. 1982. *Color Atlas: A practical guide for color mixing*. Barron's, London, 170 pp.
- Kuhar F., Papinutti L. 2009. *Geastrum episcopale*: new noticeable species with red-violet exoperidium. *Mycologia* 101 (4): 535-538.

- Larkin M. A., Blackshields G., Brown N. P., Chenna R., McGettigan P. A., McWilliam H., Valentin F., Wallace I. M., Wilm A., Lopez R., Thompson J. D., Gibson T. J., Higgins D. G. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics* 23: 2947–2948.
- Larsson E. & Jeppson M. 2008. Phylogenetic relationships among species and genera of Lycoperdaceae based on ITS and LSU sequence data from North European taxa. *Mycological Research* 112: 4–22.
- Leite A. G., Assis H. K., Silva B. D. B., Sotão H. M. P., Baseia I. G. 2011. *Geastrum* species from the Amazon Forest, Brazil. *Mycotaxon* 118: 383-392.
- Leite A. G., Baseia I. G. 2007. A família *Geastraceae* Corda em algumas áreas do Nordeste brasileiro. *Sitientibus. Série Ciências Biológicas* 7: 178-183.
- Leite A. G., Calonge F. D., Baseia, I. G. 2007. Additional studies on *Geastrum* from northeastern Brazil. *Mycotaxon* 101: 103-111.
- Leite A. G., Silva B. D. B., Araújo R. S., Baseia I. G. 2007. Espécies raras de Phallales (Agaricomycetidae, Basidiomycetes) no Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21 (1): 119-124.
- Linnaeus C. 1735. *Systema Naturae*. Leinden.
- Liu B. 1984. The Gasteromycetes of China. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 74:1-235.
- Lloyd C. G. 1902. *The genera of Gastromycetes*. Index of the Mycological Writings, Cincinnati, Ohio, USA.
- Lloyd C. G. 1906. *The Nidulariaceae or "Bird's-nest fungi"*. Index of the Mycological Writings, Vol. 2, Cincinnati, Ohio, USA.
- Lloyd C. G. 1907. Mycological notes n° 25. New notes on the geasters. *Mycological Writings* 2: 309-317.
- Lohweg H. 1926. Zur Entwicklungsgeschichte und morphologie der Gastromyceten. *Beihefte zum Botanischen Zentralblatt* 42 (2): 177-334.
- Magnago A. C., Trierweiler-Pereira L., Neves M. A. 2013. Phallales (Agaricomycetes, Fungi) from tropical Atlantic Forest of Brazil. *The Journal of Torrey Botanical Society* 140 (2): 236-244.
- Mandyam K., Jumpponen A. 2008. Seasonal and temporal dynamics of arbuscular mycorrhizal and dark septate endophytic fungi in a tallgrass Prairie ecosystem are minimally affected by nitrogen enrichment. *Mycorrhiza* 18: 145-155.
- Martin G. W. 1927. Basidia and Spores of the Nidulariaceae. *Mycologia* 19 (5): 239-247.

- Martin G. W. 1938. The morphology of the basidium. *American Journal of Botany* 25 (9): 682-685.
- Marx D. H. 1975. Mycorrhizae in Interactions with other microorganisms. *Phytopathology* 65: 225-241.
- Matheny P. B., Curtis J. M., Hofstetter V., Aime M. C., Moncalvo J-M., Ge Z-W., Yang Z-L., Slot J. C., Ammirati J. F., Baroni T. J., Bougher N. L., Hughes K. W., Lodge D. J., Kerrigan R. W., Seidl M. T., Aanen D. K., DeNitis M., Daniele G. M., Desjardin D. E., Kropp B. R., Norvell L. N., Parker A., Vellinga E. C., Vilgalys R., Hibbett D. S. 2006. Major clades of Agaricales: a multilocus phylogenetic overview. *Mycologia* 98, 984-997.
- Menezes A. A., Xavier-Leite A. B., Aptroot A., Cáceres M. E. S. 2013. New lichen species from the Caatinga in Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. *The Bryologist* 116 (3): 302-305.
- Miller O. K. Jr. & Miller H. H. 1988. *Gasteromycetes: Morphology and Developmental Features*. Mad River, Eureka, CA.
- Morgan A. P. 1891. North American fungi. III. The Gasteromycetes. *The Journal of the Cincinnati Society of Natural History* 12: 163–172.
- Mueller G. M., Bills G. F., Foster M. S. 2004. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 777 pp.
- Nascimento C. C., Alves M. H. 2014. New records of *Agaricaceae* (Basidiomycota, Agaricales) from Araripe National Forest, Ceará State, Brazil. *Mycosphere* 5 (2): 319-332.
- Norvell L. L. 2010. Report of the Nomenclature Committee for Fungi: 15. *Taxon* 59 (1): 291–293.
- Obase K., Tamai Y., Yajima T., Miyamoto T. 2007. Mycorrhizal associations in woody plant species at the Mt. Usu volcano, Japan. *Mycorrhiza* 17: 209-215.
- Okuda T. N. & Fujiwara A. 1982. Calvatic acid production by the Lycoperdaceae 2. Distribution among the Gasteromycetes. *Transactions Mycological Society of Japan* 23: 235-239.
- Page R. D. M. 1996. An application to display phylogenetic trees on personal computers. *CABIOS* 12: 357-358.
- Palmer J. T. 1968. A Chronological Catalogue of the Literature to the British Gasteromycetos. *Nova Hedwigia* 15: 65-178.
- Parker-Rhodes A. F. 2006. Some phenological observations on Basidiomycetes. *New Phytologist* 56 (2): 193-206.
- Pegler D. N, Læssøe T., Spooner, B. M. 1995. *British puffballs, earthstars, and stinkhorns*. London, Royal Botanic Gardens, Kew.

- Persoon C. H. 1801. *Synopsis Methodica Fungorum*. Göttingen: Henricus Dieterich, 706 pp.
- Pilát A. 1958. Gasteromycetes. *Flora CSR*, Československá Akademie Ved. Praha.
- Pine E. M.; Muller G. M. 1993. Clarifying evolutionary relationships between and within two major groups of basidiomycetous fungi (mushrooms and false-truffles) by means of rDNA sequencing. *Inoculum* 44 (2): 53.
- Ponce de León P. 1968. A revision of the family Geastraceae. *Fieldiana: Botany* 31 (14): 303-349.
- Ponce de León P. 1971. Revision of the genus *Morganella* (Lycoperdaceae). *Fieldiana: Botany* 34 (3): 27-44.
- Posada D. & Crandall K. A. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14 (9): 817–818.
- Ramsbottom J. 1923. A Handbook of the Larger British Fungi, London, 222 pp.
- Rebriev Y. A. 2013. *Calvatia holothuria* sp. nov. from Vietnam. *Mikologiya i fitopatologiya* 47 (1): 21–23.
- Reid D. A. 1976. Some Gasteromycetes from Trinidad and Tobago. *Kew Bulletin* 31: 657-690.
- Reijnders A. F. M. 1999. The formation of spores by metamorphosed basidia in *Mycocalia* and *Scleroderma*. *Mycological research* 103 (5): 521-526.
- Reijnders A. F. M. 2000. A morphogenetic analysis of the basic characters of the gasteromycetes and their relation to other Basidiomycetes. *Mycological research* 104 (8): 900-910.
- Ribeiro-Silva S., Scariot A., Medeiros M. B. 2012. Uso e práticas de Manejo de Faveira (*Dimorphandra gardneriana* Tul.) na região da Chapada do Araripe, Ceará: Implicações Ecológicas e Sócio-Econômicas. *Biodiversidade Brasileira* 2 (2): 65-73.
- Rick J. 1961. *Basidiomycetes* Eubasidii no Rio Grande do Sul. Brasília. *Iheringia* 9: 451-480.
- Saénz J. A. & Nassar M. C. 1982. Hongos de Costa Rica: Famílias Phallaceae & Clathraceae. *Revista de Biología Tropical* 30 (1): 41-52.
- Silva B. D. B., Cabral T. S., Marinho P., Ishikawa N. K., Baseia I. G. 2013. Two new species of *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) found in Brazil. *Nova Hedwigia* 96 (3-4): 445-456.
- Silva B. D. B., Sousa J. O., Baseia I. G. 2011. Discovery of *Geastrum xerophilum* from the neotropics. *Mycotaxon* 118: 355-359.
- Silva D. K. A., Goto B. T., Oehl F., Silva G. A., Nobre C. P., Pereira C. M. R., Mello C. M. A., Assis D. M. A., Marinho F., Silva I. R., Pontes J. S., Jobim K., Vieira L. C., Sousa N. M. F.,

- Lima R. A. A., Maia L. C. 2014b. Arbuscular mycorrhizal fungi: new records in Northeast of Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 36: 35-50.
- Silva S. S., Izabel T. S. S., Gusmão F. P. 2014. Fungos conidiais associados a substratos vegetais submersos em algumas áreas do bioma caatinga. *Rodriguésia* 65 (2): 527-538.
- Siqueira J. O. & Franco A. A. 1988. *Biotechnologia do Solo – Fundamentos e perspectivas*. Brasília, Ministério da Educação e Cultura, 235 pp.
- Sobestiansky G. 2005. Contribution to a Macromycete survey of the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48: 437-457.
- Spegazzini C. 1887. Las Falóideas Argentinas. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 24: 60-68.
- Spegazzini C. 1927. Gasteromycetes Argentinas. *Sociedad Argentina de Ciencias Naturales* 8: 421-437.
- Staden R., Beal K. F., Bonfield J. K. 2000. The Staden Package. *Methods in Molecular Biology* 132: 115–130.
- Suárez V. L.; Wright J. E. 1996. South American Gasteromycetes V. The genus *Morganella*. *Mycologia* 88: 655-661.
- Sunhede S. 1989. Geastraceae (Basidiomycotina). Morphology, ecology and systematics with special emphasis on the North European species. *Synopsis Fungorum* 1: 1-534.
- Swofford D. L. 2003. PAUP*. *Phylogenetic analysis using parsimony *(and other methods)*. Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Sydow H. & Sydow P. 1907. Verzeichnis de von Herrn F. Noack in Brasilien gesammelten Pilze. *Ann. Mycol.* 5 (4): 348-363.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731-2739.
- Tellería T. 2011. *¿Qué sabemos de? Los Hongos*. CSIC, Madrid, Espanha. 126 pp.
- Toniolo E. R. & Kazmierczak M. L. 1998. *Mapeamento da Floresta Nacional do Araripe*. Fortaleza: MMA/IBAMA/PNF. Relatório Técnico, 7 pp.
- Trappe J. M. & Schenck, N. C. 1982. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae. In: Schenk, N. C. (ed.) *Methods and principles of micorrhizal research*. St. Paul, The American Phytopathological Society, p. 1-9.

- Trappe J. M. 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Botanical Review* 28: 538-606.
- Trierveiler-Pereira L., Baseia I. G. 2009. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). *Mycotaxon* 108: 441-444.
- Trierveiler-Pereira L., Baseia I. G. 2009. Revision of the Herbarium URM IV. Nidulariaceae (Basidiomycota). *Nova Hedwigia* 89 (3-4), 361-369.
- Trierveiler-Pereira L., Baseia I. G. 2010. Additional data on *Geastrum entomophilum* (Geastraceae, Basidiomycota). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 34: 135-139.
- Trierveiler-Pereira L., Baseia I. G. 2011. Contribution to the knowledge of gasteroid fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) from the State of Paraíba. *Revista Brasileira de Biociências* 9 (2): 167-173.
- Trierveiler-Pereira L., Baseia I. G. 2013. *Cyathus* species (Basidiomycota: Fungi) from the Atlantic forest of Pernambuco, Brazil: taxonomy and ecological notes. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1-6.
- Trierveiler-Pereira L., Bezerra K. M. T., Bezerra J. L., Baseia I. G. 2009a. First records of Geastraceae and Nidulariaceae (Basidiomycota, Fungi) from Bahia, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biociências* 7 (3): 316-319.
- Trierveiler-Pereira L., Gomes-Silva A. C., Baseia I. G. 2009b. Notes on gasteroid fungi in the Brazilian Amazon rainforest. *Mycotaxon* 110: 73-80.
- Trierveiler-Pereira L., Gomes-Silva A. C., Baseia I. G. 2011. Observations on gasteroid Agaricomycetes from the Brazilian Amazon forest. *Mycotaxon* 118: 273-282.
- Trierveiler-Pereira L., Kreisel H., Baseia I. G. 2010. New data on puffballs (Agaricomycetes, Basidiomycota) from the Northeast Region of Brazil. *Mycotaxon* 111: 411-421.
- Viégas A. P. 1945. Alguns fungos do Brasil X. *Bragantia* V: 583-595.
- White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. W. 1990. *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J. (Eds.), *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, New York, pp. 315-322.
- Whittaker R. H. 1969. New concepts of kingdoms of organism. *Science* 163: 150-160.
- Wicklow D. T. & Carroll, C. G. 1981. *The Fungal Community, its organization and role in the ecosystem*. New York, Marcel Dekker, 885 pp.

- Woodward T. J. 1784. An account of a new plant, of the order of fungi. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 74: 423-427.
- Yokomizo N. K. S. & Bononi V. L. R. 1985. Cogumelos comestíveis: perspectivas de introdução de outras espécies no mercado brasileiro. *Anais I Encontro Nacional de Cogumelos Comestíveis*, Moji das Cruzes, São Paulo, p. 43-51.
- Zeller S. M. & Smith A. H. 1964. The genus *Calvatia* in North America. *Lloydia* 27 (3): 148–186.
- Zeller S. M. 1948. Notes on certain Gasteromycetes, including two new orders. *Mycologia* 40: 639-668.
- Zeller S. M. 1949. Keys to the orders, families, and genera of the gasteromycetes. *Mycologia* 41: 36-58.
- Zhao R. L., Desjardin D. E., Soyong K., Hyde K. D. 2006. Proposed synonyms in *Cyathus*. *Mycotaxon* 97: 327-335.
- Zhao R–L, Desjardin DE, Soyong K, Hyde KD. 2008. A new species of bird's nest fungi: characterization of *Cyathus subglobisporus* sp. nov. based on morphological and molecular data. *Persoonia* 21, 71-76.
- Zhao R–L, Jeewon R, Desjardin DE, Soyong K, Hyde KD. 2007. Ribosomal DNA phylogenies of *Cyathus*: Is the current infrageneric classification appropriate? *Mycologia* 99 (3), 385-395.
- Zhou T. X., Zhao L. Z., Zhao R. L., Chen Y. H. 2004. Bird's nest fungi from China. *Fungal Diversity* 17: 243-251.

ANEXOS

AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA NA ÁREA DE COLETA



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 26662-3	Data da Emissão: 06/02/2014 09:40	Data para Revalidação*: 08/03/2015
------------------------	--	---

* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Marcos Mateus Barros Barbosa	CPF: 047.965.014-44
Título do Projeto: Diversidade e Filogenia de Fungos Gasteróides na Chapada do Araripe, Brasil	
Nome da Instituição: UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	CNPJ: 24.134.488/0001-08

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Expedições de coleta na Chapada do Araripe	02/2011	05/2015
2	Levantamento Bibliográfico	03/2011	12/2015
3	Descrição e Identificação dos Espécimes coletados	06/2011	12/2015
4	Estudos moleculares dos fungos coletados	08/2011	11/2015

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	O titular de licença ou autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, e evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
5	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/gen .
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Outras ressalvas

1 Enviar a UC uma cópia do relatório final da pesquisa.

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	MARIA APARECIDA DA SILVA	Pesquisadora	012.820.884-83	1873776 ITEP-RN	Brasileira
2	Rhudson Henrique Santos Ferreira da Cruz	Pesquisador	075.924.744-76	2321471 ITEP-RN	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		PE	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CHAPADA DO ARARIPE	UC Federal
2		PE	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CHAPADA DO ARARIPE	UC Federal
3		CE	FLORESTA NACIONAL DE ARARIPE-APÓDI	UC Federal
4		CE	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CHAPADA DO ARARIPE	UC Federal

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 67158616



Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 26662-3	Data da Emissão: 06/02/2014 09:40	Data para Revalidação*: 08/03/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Marcos Mateus Barros Barbosa	CPF: 047.965.014-44
Título do Projeto: Diversidade e Filogenia de Fungos Gasteróides na Chapada do Araripe, Brasil	
Nome da Instituição : UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	CNPJ: 24.134.488/0001-08

5	PI	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CHAPADA DO ARARIPE	UC Federal
---	----	---	------------

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	coleção
2	UFRN - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO G. NORTE	coleção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 67158616



Página 2/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 26662-3	Data da Emissão: 06/02/2014 09:40	Data para Revalidação*: 08/03/2015
------------------------	--	---

* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Marcos Mateus Barros Barbosa	CPF: 047.965.014-44
Título do Projeto: Diversidade e Filogenia de Fungos Gasteróides na Chapada do Araripe, Brasil	
Nome da Instituição : UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	CNPJ: 24.134.488/0001-08

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 67158616



Página 3/3



Mycosphere 5 (3): 425–428 (2014)

www.mycosphere.org

Copyright © 2014

Article

Doi 10.5943/mycosphe/5/3/5

ISSN 2077 7019

Mycosphere
Online Edition

Two new records of *Cyathus* species for South America

Barbosa MMB¹, Cruz RHSF², Calonge FD³ and Baseia IG⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Departamento de Micologia, Universidade Federal de Pernambuco, Avenida Professor Moraes Rego 1235, Recife-PE 50.670-901 Brazil, marcosmbb@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Natal-RN 59.078-970 Brazil, rhudsoncruz@yahoo.com.br

³Real Jardín Botánico de Madrid, CSIC, Plaza de Murillo, 2, Madrid, Spain, 28014 calonge@rjb.csic.es

⁴Departamento de Botânica, Ecologia e Zoologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Natal-RN 59.078-970 Brazil, baseia@cb.ufm.br

Barbosa MMB, Cruz RHSF, Calonge FD, Baseia IG 2014 – Two new records of *Cyathus* species for South America. *Mycosphere* 5(3), 425–428, Doi 10.5943/mycosphe/5/3/5

Abstract

Recent fieldtrips in semi-arid region on Araripe National Forest in Brazil revealed two *Cyathus* species that are reported for the first time to South America, *C. gracilis* and *C. helenae*. Both were found in a highland environment with an elevation about 900 m. Detailed descriptions and images are given.

Key words – Brazil – Nidulariaceae – gasteromycetes – semi-arid regions – taxonomy

Introduction

Bird's nest fungi are a curious group represented by the genera *Cyathus* Haller, *Crucibulum* Tul. & C. Tul., *Mycocalia* J.T. Palmer, *Nidularia* Fr. and *Nidula* V.S. White. Traditionally allocated to the family Nidulariaceae Dumort. and included in gasteromycetes (Brodie 1975), they are incorporated into the family Agaricaceae Chevall. (Kirk et al. 2008) as consequence of evolutionary studies (Hibbett et al. 1997, Hibbett & Binder 2002). Nevertheless, some authors (Zhao et al. 2007, Zhao et al. 2008, Cruz et al. 2012) prefer to maintain these fungi in the family Nidulariaceae, based on a multilocus phylogenetic analysis of Agaricales proposed by Matheny et al. (2006).

In Brazil the study of Nidulariaceae began with the arrival of researchers from other countries in the 18th and 19th centuries (Berkeley 1842, Berkeley & Cooke 1876, Lloyd 1906), but it was in southern Brazil that the study of Brazilian mycobiota gained prominence primarily through the studies of Fr. Johannes Rick, considered the father of Brazilian mycology (Fidalgo 1962). Thus, studies of Brazilian fungi evolved in such way that attracted researchers in various regions of the country (Bononi et al. 1984, Baseia & Milanez 2001a, Baseia & Milanez 2001b, Baseia & Milanez 2003, Cortez et al. 2006, Trierveiler-Pereira & Baseia 2009, Trierveiler-Pereira et al. 2009, Cruz et al. 2012). Despite this increase, many areas of Brazil remain unexplored or little studied. Accordingly, the aim of the present study is to widen knowledge of *Cyathus* species richness for South America, based in studies on the semiarid region of Brazil.

Material & Methods

Samples were collected during the rainy season (February-June) between 2011 and 2013. Expeditions were conducted in the Araripe National Forest, Ceará state, with an area of 39.262,326

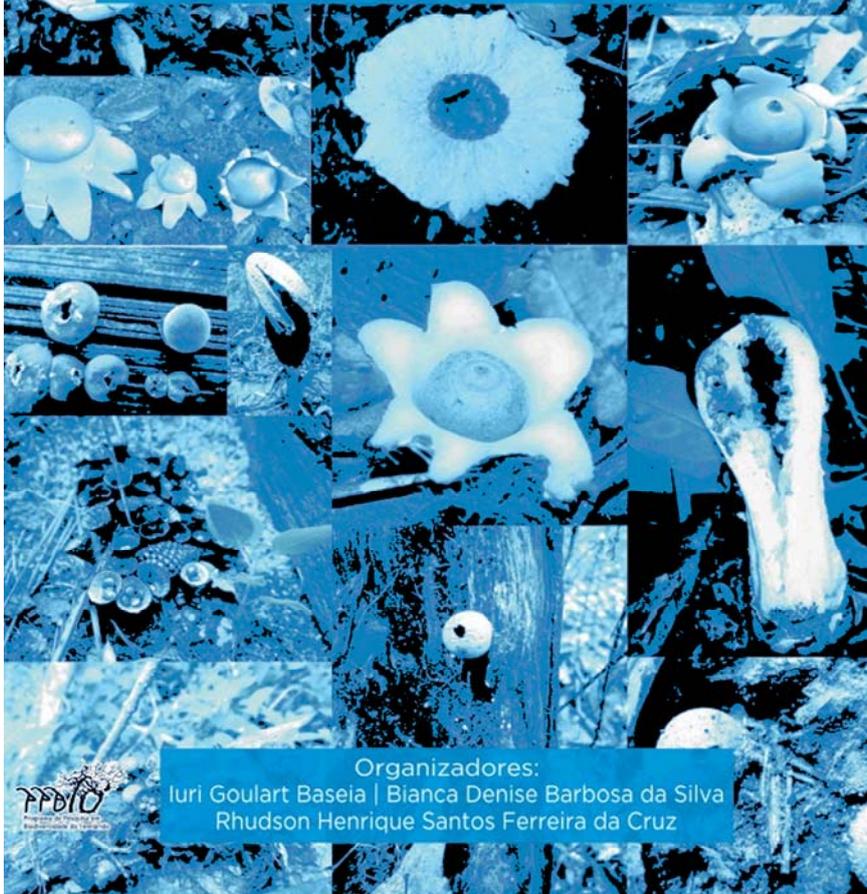
Submitted 26 March 2014, Accepted 21 May 2014, Published online 30 May 2014

Corresponding Author: Marcos M. B. Barbosa – e-mail – marcosmbb@gmail.com

425

Fungos Gasteroides

NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO



Organizadores:
Iuri Goulart Baseia | Bianca Denise Barbosa da Silva
Rhudson Henrique Santos Ferreira da Cruz



CAPÍTULO 4 Clathraceae



Bianca Denise Barbosa da Silva
Ana Clarissa Moura Rodrigues
Rhudson Henrique Santos Ferreira da Cruz
Marcos Mateus Barros Barbosa
Iuri Goulart Baseia

CHAVE DICOTÔMICA PARA GÊNEROS:

1. Receptáculo em forma de flor, com disco central perfurado *Abrochium*
1. Receptáculo sem forma de flor 2
2. Receptáculo clatride, com braços tubulares que se unem na base *Clathrus*
2. Receptáculo não clatride, formado por três a seis braços unidos no ápice *Blumenovia*

CAPÍTULO 7 Nidulariaceae



Rhudson Henrique Santos Ferreira da Cruz
Nathalia Mendonça de Assis
Ana Clarissa Moura Rodrigues
Marcos Mateus Barros Barbosa
Iuri Goulart Baseia

Espécies que consta na tese publicado no Livro

Clathrus columnatus
Cyathus gracilis
Cyathus helenae

ÍNDICE REMISSIVO

2

28S.....37

A

afiladas.....17
 Agaricaceae..... 20, 27, 101, 119, 121, 131
 Agaricales 14, 26, 27, 28, 121, 122, 124, 131
 agricultores.....30
 agricultura.....14
 Alexopoulos..... 13, 26, 121
 alinhamentos37
 alumínio 30, 35
 América do Sul 8, 13, 14, 16, 39, 73, 91, 101, 103
Anacardium humile32
 Angiocarpi..... 13, 25
 angiocárpica.....13
 angiocárpico.....13, 25, 27
 animais13
 anti-tumor14
 apêndice hilar20
 Apículo..... 41, 42, 43, 44, 45, 50, 52, 54, 55, 56, 102, 103, 111, 112, 114
 Apodi 11, 12, 13, 29, 31, 92, 94, 105, 106, 118
 Araripe... 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 29, 30, 31, 32, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58,
 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 86, 87, 89, 92, 94, 101, 102, 103, 105, 106,
 107, 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 128, 131, 133
 área de preservação ambiental14
 arenitos30
 árvores..... 37, 38, 52, 84, 89, 93, 106, 111, 112, 114, 118
 Ascomycetes.....13
 Ascomycota 25, 26
 ascos18
Aseroë 121
 floriformis 121
Aspectos Ecológicos 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73,
 74, 76, 78, 79, 80, 110, 111, 112
 Astreaeaceae15
Astraeus.....15
atp637, 129
 ATP628, 93, 96, 119
 azul de algodão 11, 23, 35

B

balistospóricos.....20
 Barbalha..... 13, 29, 40, 83, 92, 106, 118
 Bary.....26, 125
 Base estéril70, 71, 72, 73, 74, 85, 87
 Base rizomórfica76
 basidiocarpo.....16
 basidioma..... 11, 13, 15, 16, 18, 19, 35, 37, 39, 43, 44, 45, 53, 54, 71, 76, 77, 78, 79, 86, 89, 93, 99, 102, 110, 118
 Basidioma8, 12, 13, 15, 13, 15, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68,
 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 86, 87, 88, 94, 102, 103, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116
 basidiomas.... 11, 13, 15, 16, 18, 20, 25, 26, 32, 33, 47, 48, 54, 58, 59, 60, 70, 72, 73, 79, 80, 87, 89, 91, 99, 103, 105,
 111
 Basidiomycetes..... 13, 16, 22, 26, 27, 124, 129, 132
 basídios 18, 22

basidiosporos	13, 27, 89, 91, 103
Basidiosporos	12, 13, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 86, 87, 88, 94, 95, 102, 103, 104, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116
<i>Battarrea</i>	11, 23
<i>Battarreoides</i>	23
Biodiversidade	82, 105
biomas	30, 39, 91, 105
<i>bird's nest fungi</i>	13, 15, 123, 124
Bird's nest fungi.....	123, 135
Boca.....	41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115
Boletales.....	14, 28, 83, 122, 129
Bononi.....	14, 32, 72, 101, 123
Botânica	13, 25, 33, 121, 122, 124
Bottomley.....	13, 26, 35, 76, 123
<i>Bovista</i>	11, 15, 24, 39, 70, 75, 82, 117, 122, 129
<i>acuminata</i>	70
<i>ochrotricha</i>	70
<i>pedicellata</i>	12, 70, 75
Brasil.....	11, 14, 15, 14, 16, 29, 31, 39, 42, 43, 44, 49, 63, 70, 71, 72, 73, 76, 78, 79, 80, 85, 89, 91, 92, 94, 101, 105, 106, 110, 122, 124, 134
Bufas de lobo.....	128, 131
bufas-de-lobo.....	13
bufas-de-lobo estipitado.....	13
<i>Byrsonima sericea</i>	30
C	
caatinga	32, 40, 82, 83, 105, 133
Caatinga.....	14, 39
caducifólias	32
<i>cake fungi</i>	15
<i>Cage fungi</i>	13
Calonge	4, 6, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 27, 35, 39, 40, 43, 49, 50, 52, 58, 70, 72, 73, 79, 80, 82, 83, 86, 89, 91, 93, 94, 101, 102, 103, 105, 110, 111, 112, 114, 121, 122, 123, 124, 126, 130
<i>Calvatia</i>	11, 12, 14, 15, 17, 24, 70, 75, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 121, 123, 124, 129, 132, 135
<i>Calvatia gigantea</i>	15, 83, 85
Camada carnosa	58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68
Camada fibrosa	58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 94
Camada micelial	59, 63, 64, 65, 66, 67
Camada Micelial.....	58, 60, 63, 94
Camada pseudoparenquimatosa	59
camadas	16, 17, 20, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 53, 55, 91, 103, 111, 112, 114, 115
campânula	40
campestre.....	30
<i>cannon fungi</i>	15
Capilício	11, 12, 22, 24, 25, 40, 60, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 86, 88, 89, 95, 99, 100
capilícios	20, 22, 23, 99, 100
carpóforo.....	16
Carrasco	30, 32, 102
Carroll.....	14
carta de cores.....	35, 93
<i>Caryocar coriaceum</i>	30, 32
Castellano	14, 128
Ceará....	8, 9, 11, 14, 15, 14, 29, 31, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 86, 87, 92, 94, 101, 102, 103, 106, 110, 111, 112, 114, 115, 119, 126, 131, 132
Cerradão	14, 30, 32, 102
Cerrado.....	14, 30, 32, 79, 102
Ch	
chapada	14, 29, 101
Chapada do Araripe	14, 132

Chave artificial	40
chuvás.....	29, 43, 48, 78, 79, 92
C	
cianofilia.....	22
cianofílicos.....	22
ciatiformes.....	13
cimbiformes.....	61
clado.....	14, 27, 28, 83, 89, 90, 99, 110
clado Eugarico.....	27
classificação.....	14, 15, 18, 24, 26, 27, 28, 37, 106
Classificação	15, 25
Clathraceae.....	15, 39, 41, 79, 81, 117, 123
<i>Clathrus</i>	15, 79, 80, 81
<i>columnatus</i>	12, 79, 80, 81
clatrada	41
clatróides.....	13
clima.....	29, 102, 117
clima tropical chuvoso.....	29
cluster gênico.....	11, 37, 38
Coker.....	13, 26, 124
coleta.....	7, 11, 29, 32, 33, 34, 39, 40, 67, 83, 90, 102, 104, 117, 119, 126
Columela.....	58, 59, 60, 63, 64, 94
<i>Colus</i>	15
comestíveis.....	14
composição florística.....	32
coniventes.....	17
<i>Copaiba nitida</i>	30
corpo de frutificação.....	16
Córtex.....	13, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 102, 103, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116
Couch.....	13, 26, 124
Crato.....	13, 14, 29, 30, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 86, 87, 92, 102, 103, 106, 110, 111, 112, 114, 115, 118, 128
critério taxonômico.....	17, 22
<i>Crucibulum</i>	15, 101, 121
cultivo.....	30
Cunningham.....	13, 15, 26, 76, 82, 125
Cyathus	13, 14, 16, 15, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 101, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 114, 117, 123, 125, 135
<i>berkeleyanus</i>	55
<i>bulleri</i>	55
<i>crassimurus</i>	56
<i>earlei</i>	11, 42, 46, 125
<i>ellipsoideus</i>	48, 55
<i>gracilis</i>	11, 13, 45, 46, 101, 102, 103, 104, 110
<i>helenae</i>	11, 13, 42, 43, 46, 54, 55, 56, 101, 103, 104, 110, 111, 115
<i>intermedius</i>	103
<i>limbatus</i>	11, 43, 46, 48, 49, 110, 115
<i>nigroalbus</i>	110
<i>olivaceobrunneus</i>	53
<i>olla</i>	42
<i>pedicellatus</i>	53
<i>striatus</i>	11, 41, 43, 45, 46, 48, 103
<i>triplex</i>	11, 12, 44, 45, 46, 58, 59, 62, 67, 129
D	
decomposição.....	41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 94, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115
deiscência.....	17, 82
Demoulin.....	13, 18, 19, 26, 125
desidratador.....	33

desmatamento.....	30
diafragma	19, 71, 72, 73, 74
Diafragma.....	74
dicotômicas.....	24
<i>Dimorphandra gardneriana</i>	30, 132
<i>Disciseda</i>	17
<i>Distribuição</i>	13, 14, 58, 71, 72, 76, 79, 87, 96, 102, 103, 117
DNA.....	27, 28, 33, 37, 84, 93, 95, 106, 110, 119, 127, 128, 132, 135
DNA mitocondrial.....	27, 28, 93
Donovick.....	14
Dring.....	13, 18, 22, 26, 27, 35, 71, 72, 73, 78, 80, 126, 129
E	
<i>earthstars</i>	13, 15
Earthstars.....	126, 131
ectosporio	20
EF-1 α	28
elatérios	20, 23
Embasamento.....	41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 54, 55, 102, 103, 110, 111, 112, 114
<i>Endogone</i>	13
endoperídio	16, 20, 42, 58, 61, 70, 73, 74, 89, 91, 94, 99, 100, 110
Endoperídio.....	58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 87
endospório.....	20
Epifragma.....	41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 53, 55, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115
epígeo.....	15, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 79, 94
esferocistos.....	20, 72, 73, 74
Esferocistos	71, 72, 73
Espécie.. 12, 14, 15, 18, 20, 22, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 82, 83, 89, 90, 91, 99, 100, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115, 117, 119	
espécies..... 6, 16, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 37, 39, 70, 71, 82, 83, 84, 89, 90, 91, 99, 100, 101, 105, 107, 118	
espécies endêmicas.....	39, 105
espécimes	13, 33, 35, 40, 41, 45, 52, 79, 83, 87, 89, 99, 102, 103, 114, 117, 119
espículas	25
espinhosos	20, 74, 86
esporidia	25
esporocarpo	16
esporos	13, 18, 20, 22, 25, 43, 44, 45, 47, 70, 72, 73, 74, 76, 80, 82, 89, 93, 94, 99, 100, 103, 105
Esporos.....	8, 48, 49, 53, 54, 55, 56, 65, 107, 111, 112, 114, 115
Estado8, 11, 29, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 92, 101, 102, 103, 106, 111, 112, 114, 115, 119, 121	
estatimosporos	20
esterco	47
esterigma.....	20
estipe	11, 19, 71, 72, 73
estipitadas.....	13
estrato.....	18
estreladas	13, 15
estrelas-da-terra	13
estrutura	16, 19, 22, 26, 32, 80, 89, 99, 118
estruturas estéreis	18
estruturas macroscópicas.....	35
estudos moleculares.....	14, 27, 28, 83
Eucapilício.....	74
eucapilícios.....	22, 91
exoperídio	16, 18, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 53, 54, 55, 58, 59, 63, 64, 70, 71, 72, 73, 74, 89, 91, 99, 100, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115
Exoperídio... 11, 17, 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 86, 87, 94, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115	
exosporio.....	20
exospório.....	20

expedições..... 7, 33, 39, 40, 70, 82, 83, 84, 104, 106, 117, 119

F

fálica..... 15, 41
falsas trufas 26, 27
fértil 13, 18, 25, 39
fertilidade 30
filogenia..... 6, 14, 27, 111
fímbrias 17, 103
Fischer 26, 126, 129
fisionomias..... 30, 32
fitofisionômico 31
FLONA..... 10, 29, 30, 32, 47, 52, 56, 58, 65, 66, 67, 68, 92, 114, 117
floresta nacional..... 14
Floresta Nacional .. 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 29, 31, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 86, 87, 89, 92, 94, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 118, 128, 133
Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa..... 39
Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa..... 30
Floresta Subperenifolia Tropical Plúvio-Nebular 39
Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular 30
floresta úmida 14, 40, 82, 83
florestal 30, 32
florestas temperadas..... 41
floxina 35
Folhço 54, 59, 66, 68, 86, 87, 89
formação EXU 30
Franco 14
Fries 13, 25, 26, 82, 126
frutificação..... 13, 47, 48, 53, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 78, 79, 114, 115, 118
Fujiwara 14
fungi 16, 105, 122, 123, 124, 127, 128, 130, 131, 132, 134
fungo..... 16, 18, 33, 99
fungos..... 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 32, 39, 40, 91, 101, 105, 118, 127, 134
fungos gaiola 13

G

gasteroides..... 11, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 32, 39, 91, 105, 117, 118, 119
gasteromicetos..... 14, 20, 32, 39, 101
Gasteromycetes 13, 14, 16, 25, 27, 28, 101, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 135
Gautieria 28
Gautieriales..... 14, 26
Geastraceae 14, 15, 39, 58, 62, 91, 117, 122, 130, 132, 133, 134
Geastrales..... 14, 27, 28, 91
Geastrum..... 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 28, 39, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 117, 121, 122, 126, 127, 129, 130, 132, 134
araripinus 12, 13, 14, 15, 58, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 100
badium 60
entomophilum 126
fimbriatum 12, 59, 62, 63, 65, 66, 68, 95, 99, 100
floriforme 99
javanicum..... 11, 12, 17, 62, 63, 100
lloydianum..... 12, 59, 62
saccatum 58, 59, 63, 65
schweinitzii..... 64
setiferum 12, 60, 62, 122
GenBank..... 14, 38, 84, 86, 93, 94, 96, 100, 107
genes..... 14, 28, 134
gleba..... 11, 12, 16, 18, 22, 23, 26, 33, 35, 70, 77, 79, 80, 82, 87, 88, 89, 91
Gleba..... 40, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 85, 87, 94
Gomphales 14

<i>gomphoid-phalloid</i>	28, 128
gramíneas.....	32
Grupo polifilético.....	25, 27
Guzmán.....	14, 76, 123

H

<i>Habitat</i>	94, 102, 103
hábito lignícola.....	41, 42, 47, 49, 55, 64, 70
Harley & Smith.....	14
herbácea.....	32
herbário.....	33, 102, 123
herborizado.....	33
Herrera.....	14, 23, 100, 128
heterotróficos.....	20
Hibbett.....	14, 27, 28, 83, 101, 128, 131
hifas.....	19, 22, 70, 76, 77, 78, 94
Hifas	
esqueléteas.....	22
himênio.....	18, 26
hipógeas.....	20
hipógeo.....	15, 63, 65
Histórico	15, 25
holobasídio.....	22
Holobasidiomycetes.....	13
homologia.....	16
Hosaka.....	14, 28, 91, 128, 129
hotspot.....	105
<i>Hydnangium</i>	27
Hymenogastrales.....	14, 26
Hymenomycetes.....	13, 25
Hysterangiales.....	14
<i>Hysterangium</i>	28

I

ICMbio.....	32
<i>Ileodictyon</i>	15
impressão digital.....	20
Indúcio.....	79
ITS.....	10, 12, 13, 37, 84, 85, 89, 93, 95, 98, 99, 100, 106, 107, 108, 109, 110, 119, 130
ITS1.....	37, 84, 106
ITS2.....	37

J

Jardim.....	29, 40, 83, 92, 106
Jong.....	14

K

Kirk.....	129
-----------	-----

L

<i>Laccaria</i>	27
lâminas permanentes.....	35, 93
<i>Langermannia</i>	17, 82, 90, 123
<i>Laternea</i>	80
<i>triscapa</i>	80
Latossol.....	30
liberação ativa.....	20, 22
liberação passiva.....	13, 25
linhagem.....	28
Linnaeus.....	130
Liu.....	13, 14, 16, 35, 130

LI

Lloyd..... 13, 15, 16, 26, 42, 44, 80, 82, 83, 89, 91, 101, 130

L

LSU 10, 13, 28, 106, 107, 109, 119, 130

Lycoperdaceae 12, 14, 15, 18, 20, 23, 27, 39, 40, 70, 75, 82, 83, 117, 121, 122, 124, 125, 129, 130, 132

Lycoperdales..... 20, 26, 124, 125, 129

Lysurus..... 15

M

mandioca 30

Marx..... 14

mata úmida..... 32

Mata Úmida 30

matas secundárias..... 30, 32

Matéria vegetal 50, 53, 72, 76, 78, 79, 112

Mecanismo de Dispersão dos Esporos

adesivo..... 20

descarga em grande massa..... 20

fole..... 20

percussão..... 20

Melanogastrales 14, 26

melzer 35

membrana..... 19

mesoperídio 16

metalização..... 35

Meyers 15

micobiota..... 14, 32, 105, 124

microestruturas 20, 23, 35

Microestruturas 15, 20

microscópio..... 24, 25, 35, 74

microscópio estereoscópico 35, 56

Microscópios Eletrônicos 35

Miller 13, 16, 17, 20, 22, 23, 26, 27, 35, 40, 83, 93, 106, 128, 131

mitocôndria 27, 119

Mixomycetes 13

Moore 15

morfologia..... 15, 27, 41, 71, 73, 80, 89, 90, 103

Morganella 8, 9, 11, 12, 18, 70, 71, 72, 73, 75, 121, 129, 132, 133

alborosea..... 12, 73, 74

compacta..... 11, 18, 71, 73, 82, 85, 87, 90, 121

costaricensis..... 73

mexicana 72

samoensis..... 73

subincarnata..... 12, 72, 73, 75

Mutinus 15, 77, 78, 81

argentinus..... 12, 78, 79, 81

bambusinus 79

Mycenastrum..... 11, 24, 25

Mycocalia..... 22, 101, 132

Myriostoma 15, 17, 127

coliforme..... 17

Myxomycota..... 25

N

neotrópicos..... 80

Nia..... 15

Nidula 101

Nidularia 101, 122, 124

Nidulariaceae..... 13, 14, 16, 15, 22, 27, 39, 40, 41, 101, 105, 117, 123, 125, 130, 134

Nidulariales 26, 124, 127

ninhos de passarinhos.....	13
nitrogênio líquido.....	37
nomenclatura.....	15, 16
Nordeste	8, 39, 72, 80, 91, 92, 105, 127, 130

O

objetivas.....	24
<i>Ocotea</i> sp.....	30
Okuda	14
ontogenia.....	22
ordens.....	14, 26, 28
ornamentação.....	17, 20, 58, 59, 82, 93, 99, 100
ornamentações	35, 87
ortotróficos.....	20
ostíolos	17
Ovos	79

P

pantropical.....	47, 71
Paracapilício.....	11, 22, 23, 70, 71, 72, 73, 74
paracapilícios.....	22
parâmetros de ciclagem.....	37
Paraná.....	44, 47, 72, 121, 124, 125
parênquima	16
<i>Parkia platycephala</i>	32
parque geológico.....	14
PCR.....	37, 84, 93, 106, 134
pecuaristas.....	30
Pegler	13, 15, 16, 27, 76, 127, 131
perenifólias.....	32
perídio.....	15, 16, 17, 43, 45, 82, 85, 110
Perídio	76, 110
Peridiólos	41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 102, 103, 105, 110, 111, 112, 114, 115
perispório.....	20
Peristômio.....	58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 93, 94, 99, 100
Pernambuco	2, 4, 10, 14, 33, 44, 63, 76, 92
Persoon	13, 25, 91, 131
Phallaceae	15, 39, 41, 77, 81, 117
Phallales.....	14, 26, 28, 32, 122, 124
<i>Phallogaster</i>	28
Phallomycetidae.....	14, 28, 128
<i>Phallus</i>	11, 15, 19, 28, 79, 81, 117, 122
<i>indusiatus</i>	11, 12, 19, 79, 81
Phyocomycetes	13
Piauí	14
<i>Pilobolus</i>	13
planalto.....	14
plectobasídio.....	22
pletênquima	16, 18
Podaxales.....	26
<i>Podohydangium</i>	27
Poros apical	71, 72, 73, 74
precipitação.....	29
pseudocolumela	11, 18, 19
<i>Pseudocolus</i>	80
<i>fusiformis</i>	80
pseudo-estipe	19
Pseudoestipe.....	77, 78, 79
<i>puffballs</i>	13, 15, 23, 27, 83
purificação	37, 93

R

<i>Ramaria</i>	28
Ramsbottom.....	14
receptáculo	40
Receptáculo.....	79
Região glebífira.....	77, 78
região mitocondrial.....	37
região ribossômica.....	27
regiões genômicas.....	28, 119
regiões temperadas.....	28
regiões tropicais.....	14, 28, 83
Reijnders.....	13, 22, 132
relações evolutivas.....	27, 37, 82
relevo.....	30, 40, 83, 106
reticulados.....	20, 76
<i>Rhizopogon</i>	27
Rio Grande do Sul.....	47, 72, 76, 124, 128, 132, 133
riqueza de espécies.....	39
rizomorfa.....	11, 15, 18, 77, 78
Rizomorfa.....	64, 71, 72, 73, 74, 79
roedores.....	20
RPB2.....	28

S

Santa Catarina.....	76, 133
Santana do Cariri.....	29, 40, 83, 92, 106
São Paulo.....	44, 47, 61, 72, 93, 121, 122, 123, 135
savânica.....	30
Scleroderma	12, 22, 76, 77, 117, 121, 127, 132
<i>bovista</i>	12, 76, 77
<i>cepa</i>	76
Sclerodermataceae.....	15, 40, 76, 117
Sclerodermatales.....	17, 26, 124, 125
semiárido.....	8, 12, 14, 15, 39, 40, 72, 80, 83, 101, 102, 105
septos verdadeiros.....	24
seres vivos.....	13, 14
serrana.....	32, 39, 102
setas.....	61, 103
silvicultura.....	14
<i>Simaruba amara</i>	30
simétricos.....	20
Siqueira.....	14
sistemática.....	28
software NIS.....	35
solos argilosos.....	58, 66, 71, 72, 79, 87, 89
Spatafora.....	14, 128
Sphaerobolaceae.....	15
<i>stalked puffballs</i>	13
<i>stinkhorns</i>	13, 15
Stinkhorns.....	131
subclasse.....	14, 28
subgleba.....	11, 12, 18, 82, 88, 89, 90
Subgleba	
celular.....	18
compacta.....	18
subperenífolias.....	32
substâncias amorfas.....	72
substâncias antibióticas.....	14
<i>Suillus</i>	27
Superfície interna.....	41, 42, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115
Synopsis Methodica Fungorum.....	13, 131

<i>Systema Mycologicum</i>	13, 126
Systema Naturae	130
T	
<i>Tababuia caraiba</i>	30
tampão CTAB.....	37, 84, 93, 106
taxonomia.....	17, 23, 25, 39, 91, 101, 105
Taxonomia	2, 8, 15, 16, 40, 85, 94, 102, 110, 127
táxons.....	16, 17, 20, 28, 119
tecidos.....	16
Tellería.....	13
temperatura	29, 33, 37, 40
tentáculos fedorentos	13
terminologia micológica	35
termociclador	37, 84, 106
Tipos Estruturais de Capilício.....	23
Trappe.....	14, 35, 128
troncos.....	44, 45, 52, 70, 71, 102, 114, 115
<i>Tuber</i>	13
<i>Tulostoma</i>	11, 15, 19, 20
Tulostomataceae.....	15, 27
Tulostomatales	124, 125
Túnica	41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115
U	
Unidade de Conservação	30, 40, 82, 83, 92
unidades de conservação	14
Unidades de Conservação	29
V	
<i>Vascellum</i>	19, 74, 75, 117
<i>curtisii</i>	12, 74, 75
<i>pampeanum</i>	74
<i>pratense</i>	74
vegetação.....	14, 30, 31, 32, 102, 105, 121
vegetais.....	13, 15, 42, 43, 48, 55, 59, 63, 65, 74, 80, 92, 94
verrucosos.....	20, 60, 63, 64, 66, 67, 94, 99
verrugas piramidais.....	17
<i>Vismia</i> sp.....	32
Volva.....	77, 78, 79
W	
Wicklow	14
X	
xerófila.....	32
Y	
Yokomizo.....	14
Z	
Zoologia.....	13, 33
Zygomycetes	13
Zygomycota	25, 26