



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMÁTICA E EVOLUÇÃO

TAXONOMIA DE FUNGOS GASTEROIDES
(BASIDIOMYCOTA) EM ÁREAS DE CAATINGA DO RIO
GRANDE DO NORTE E PARAÍBA, BRASIL

RENAN DE LIMA OLIVEIRA

Dissertação de Mestrado
Natal/RN, fevereiro de 2019

RENAN DE LIMA OLIVEIRA

TAXONOMIA DE FUNGOS GASTEROIDES (BASIDIOMYCOTA) EM ÁREAS DE
CAATINGA DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAÍBA, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Sistemática e Evolução.

Área de concentração: Sistemática e Evolução.

Orientador: Dr. Iuri Goulart Baseia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Co-Orientadora no Brasil: Dra. Bianca Denise Barbosa da Silva

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Co-Orientadora no exterior: Dra. María P. Martín

Real Jardín Botánico RJB – CSIC, Madrid, Espanha

NATAL – 2019

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Oliveira, Renan de Lima.

Taxonomia de fungos gasteroides (Basidiomycota) em áreas de caatinga do Rio Grande do Norte e Paraíba, Brasil / Renan de Lima Oliveira. - 2019.

125f.: il.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Biociências, Pós Graduação em Sistemática e Evolução, Natal, 2019.

Orientador: Dr. Iuri Goulart Baseia.

Coorientadora: Dra. Bianca Denise Barbosa da Silva.

Coorientadora: Dra. María Paz Martín Esteban.

1. Biodiversidade - Dissertação. 2. Conservação - Dissertação. 3. Gasteromicetos - Dissertação. 4. Nordeste - Dissertação. 5. Semiárido - Dissertação. I. Baseia, Iuri Goulart. II. Silva, Bianca Denise Barbosa da. III. Esteban, María Paz Martín. IV. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 574(813.2)(813.3)

RENAN DE LIMA OLIVEIRA

**TAXONOMIA DE FUNGOS GASTEROIDES (BASIDIOMYCOTA) EM ÁREAS DE
CAATINGA DO RIO GRANDE DO NORTE E PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemática e Evolução.

Área de concentração: Sistemática e Evolução.

Aprovada em 18/02/2019.

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Iuri Goulart Baseia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
(Orientador)

Dr. Paulo Sérgio Marinho Lúcio

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dr. Thiago Accioly de Souza

Examinador externo à Instituição

À minha mãe, pai, esposa e filhos Ruan e Rebeca com amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por está sempre comigo nos momentos que mais precisei.

Ao meu orientador professor Dr. Iuri Goulart Baseia por me apresentar o mundo dos fungos, um trajetória que vem desde a minha graduação, bem como a confiança, paciência, ajuda, conselhos e comprometimento em todas as etapas desse mestrado. Obrigado por proporcionar sempre o melhor.

A minha coorientadora professora Dra. Bianca Denise Barbosa da Silva por todo o suporte dado ao longo desse trabalho, além do incrível carinho e paciência na identificação das espécies estudadas e na minuciosa tarefa de revisão desse trabalho.

A minha coorientadora no exterior Dra. Maria Paz Martín por toda atenção e suporte prestados ao longo desse estudo, especialmente na identificação de novas espécies.

Aos membros da qualificação e defesa desse trabalho Dr. Thiago Accioly de Souza e a professora Dra. Tiara Sousa Cabral e os suplentes Dr. Paulo Sérgio Marinho Lúcio e Dr. Marcos Mateus Barros Barbosa, por toda a dedicação, ajuda e empenho fornecidos na lapidação desse trabalho.

A todos os professores do PPGSE que direta e ou indiretamente deram a sua contribuição para que eu terminasse com êxito a minha pesquisa.

A todos os colegas de turma pela força durante aulas, eventos e trabalhos realizados. Em especial ao meu grande amigo Simeão que nos momentos mais difíceis sacrificou seu precioso tempo para escutar e dar a força necessária para que prosseguisse, lembre-se que você é o cara!

À TODOS os colegas do Laboratório de Biologia de Fungos da UFRN em especial os que estiveram sempre ao meu lado durante esses dois anos de estudo (Alexandro, Gislaine, Rafaela e Renato), Renato e Alex saibam que vocês são “os caras que Deus guarda”.

Aos meus familiares, pai, mãe e irmãos, por toda a preocupação e ajuda, vocês foram e sempre serão meu alicerce, em especial minha avó Maria (*in memoriam*) que partiu durante esse período de pesquisa, “nunca me esquecerei da senhora me esperando na porta da sua casa e perguntando se eu tinha coletado fungos interessantes na Serra”.

A minha esposa Josilene e filhos Ruan e Rebeca, que são os maiores incentivadores de todas as etapas de minhas conquistas, bem como, pelo amor, paciência, força e compreensão de minha ausência durante toda essa jornada.

Enfim, a todos que direta e indiretamente dedicaram o mínimo de esforço para me apoiar e ajudar, meu muito obrigado!!!

Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas.
Antoine de Saint Exupery

RESUMO

Estima-se que existam cerca de 3,8 milhões de espécies de fungos, das quais cerca de 120 mil foram descritas até o presente. Os fungos gasteroides, atualmente, representam um grupo polifilético com cerca de 10.000 espécies, das quais 324 espécies são conhecidas e descritas para o Brasil. Desde a antiguidade, os fungos gasteroides têm demonstrado importante valor, sendo utilizados pela humanidade para diversos fins como econômico, medicinal e gastronômico. A Caatinga, foco desta pesquisa, tem sido descrita como um ecossistema pobre em espécies e endemismos. Entretanto, estudos recentes têm desafiado esse ponto de vista e demonstrado a importância da Caatinga para a conservação da biodiversidade brasileira. Nesse contexto, o presente estudo objetivou ampliar o conhecimento sobre os fungos gasteroides em duas áreas de importância biológica no domínio fitogeográfico Caatinga nos estados do Rio Grande do Norte (Serra do Torreão - João Câmara) e Paraíba (Serra de Cuité - Cuité). Para isso, foram realizadas 12 excursões de campo nos períodos com maior incidência pluviométrica (fevereiro a julho de 2017 e março a abril de 2018). A metodologia de coleta foi baseada em literatura especializada para os grupos. Os basidiomas coletados foram levados ao Laboratório de Biologia de Fungos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), onde foram realizadas a herborização e o estudo dos espécimes seguindo a metodologia tradicional para os fungos gasteroides. De forma complementar foi realizada microscopia eletrônica de varredura (MEV) em espécies que necessitam de maiores detalhes morfológicos. Foram identificadas 19 espécies distribuídas em oito gêneros: *Bovista* (2 spp.), *Calvatia* (5 spp.), *Cyathus* (2 spp.), *Disciseda* (2 spp.), *Geastrum* (2 spp.), *Podaxis* (1 sp.), *Sphaerobolus* (1 sp.) e *Tulostoma* (4 spp.). Dessas, cinco são novas espécies para a ciência, quatro são primeiros registros para a América do Sul, dez primeiros registros para o Brasil, treze primeiros registros para o Semiárido, três primeiros registros para o estado da Paraíba e treze primeiros registros para o estado do Rio Grande do Norte. A Serra do Torreão e a Serra de Cuité demonstraram ser propícios para estudos sobre fungos gasteroides. Assim, faz-se necessário estudos taxonômicos adicionais em áreas de Caatinga, possibilitando aumento da conservação dessas espécies.

Palavras-chave: biodiversidade, conservação, gasteromicetos, nordeste, semiárido.

ABSTRACT

It is estimated that there are about 3.8 million species of fungi, of which about 120,000 have been described to date. Gasteroid fungi currently represent a polyphyletic group with about 10,000 species, of which 324 species are known and described for Brazil. Since ancient times, the gasteroid fungi have demonstrated important value, being used by the humanity for diverse purposes, like economic, medicinal and gastronomic. The Caatinga, the focus of this research, has been described as a species poor ecosystem with low level of endemism. However, recent studies have challenged this point of view and demonstrated the importance of the Caatinga for the conservation of Brazilian biodiversity. In this context, the present study aimed to increase the knowledge about gasteroid fungi in two areas of biological importance in the Caatinga phytogeographic domain, in the states of Rio Grande do Norte (Serra do Torreão - João Câmara) and Paraíba (Serra de Cuité - Cuité). For this, 12 field trips were carried out in the periods with the highest rainfall incidence (February to July 2017 and March to April 2018). The collection methodology was based in specialized literature for the group. The collected basidiomas were taken to the Fungal Biology Laboratory of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), where the herborization and study of the specimens were carried out following traditional methodology for the gasteroid fungi. Scanning electron microscopy (SEM) in species requiring greater morphological detail was done. Nineteen spp. were identified distributed in eight genera: *Bovista* (2 spp.), *Calvatia* (5 spp.), *Cyathus* (2 spp.), *Disciseda* (2 spp.), *Geastrum* (2 spp.), *Podaxis* (1 sp.), *Sphaerobolus* (1 sp.) and *Tulostoma* (4 spp.). Among, five are new species for science, four are first records for South America, ten first records for Brazil, thirteen first records for the semiarid, three first records for the state of Paraíba and thirteen first records for Rio Grande do Norte. The Serra do Torreão and the Serra de Cuité have been shown to be favorable for studies about gasteroid fungi. Thus, additional taxonomic studies are necessary in areas of Caatinga, allowing an increase in the conservation of these species.

Key words: biodiversity, conservation, gasteromycetes, northeast, semiarid

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Morfologia dos fungos gasteroides	20
Figura 2 - Representação esquemática de corte de basidioma (1) <i>Lycoperdon perlatum</i> Pers e (2). <i>Vascellum pratense</i> (Pers.) Kreisel.....	21
Figura 3 - Corte vertical de basidiomas gasteroides, ilustrando os mecanismos de dispersão de esporos.....	22
Figura 4 - Representação esquemática de um basidioma de <i>Geastrum pectinatum</i>	24
Figura 5 - Exemplo de basidiósporos em microscopia óptica e eletrônica de varredura	26
Figura 6 - Tipos de ornamentações de esporos.....	27
Figura 7 - Tipos de capilícios.....	28
Figura 8 - Filogenia dos fungos gasteroides.....	29
Figura 9 - Sumário de atividades dos fungos gasteroides.....	30
Figura 10 - Mapa de distribuição da Caatinga no Brasil.....	34
Figura 11 - Exemplos de fitofisionomias da Caatinga.....	35
Figura 12 - Ecorregiões da Caatinga.....	36
Figura 13 - Áreas estudadas da Caatinga.....	39
Figura 14 - Equipamentos e materiais empregados na identificação e herborização dos espécimes.....	41
Figura 15 - Novas ocorrências de fungos gasteroides para a ciência, América do Sul, Brasil, Semiárido, estado do Rio Grande do Norte e Paraíba.....	43
Figura 16 - Registros de fungos gasteroides para o Brasil, Semiárido, estado do Rio Grande do Norte e Paraíba antes e após o estudo.....	44
Figura 17 - Representatividade das famílias, gêneros e espécies de fungos gasteroides identificadas neste estudo.....	44
Figura 18 - Representatividade de gêneros identificados neste estudo.....	45
Figura 19 - Representatividade da quantidade de espécies identificadas em relação a localidade de coleta, Área I (Serra de Cuité/PB) e Área II (Serra do Torreão/RN).....	47
Figura 20 - Pluviosidade das áreas Serra de Cuité/PB e Serra do Torreão/RN no período de 2017/2018.....	47
Figura 21 - Número de espécies registradas por substrato.....	48
Figura 22 - <i>Bovista pusilla</i> a) basidioma maduro; b) exoperídio; c) capilício; d) basidiósporos.....	52
Figura 23 - <i>Bovista delicata</i> a) basidioma maduro; b) perídio (En: Endoperídio, Ex: exoperídio); c) capilício; d) basidiósporo.....	54
Figura 24 - <i>Calvatia caatinguensis</i> sp. nov. a) basidioma imaturo; b) corte basidioma maduro; c) basidioma maduro; d) capilício e) basidiósporo.....	58
Figura 25 - <i>Calvatia cyathiformis</i> a) basidioma imaturo; b) basidioma maduro; c) hifas do exoperídio; d) capilício; e) basidiósporos.....	61
Figura 26 - <i>Calvatia fragilis</i> a) basidioma imaturo; b) basidioma maduro; c) hifas da subgleba; d) detalhe do exoperídio(ex), mesoperídio(me) e endoperídio(en); e) capilício; f.) basidiósporos.....	64
Figura 27 - <i>Calvatia</i> sp. nov.1 a) basidioma maduro; b) perídio (En: Endoperídio, Me: Mesoperídio, Ex: exoperídio); c) hifas da subgleba (nód: nódulos); d) capilício com poros; e) basidiósporo.....	67
Figura 28 - <i>Calvatia</i> sp. nov. 2 a) basidioma maduro; b) perídio (En: Endoperídio, Ex: exoperídio); c) capilício; d) basidiósporos.....	69
Figura 29 - <i>Cyathus stercoreus</i> a) basidioma, maduro (ma) e imaturo (im); b) peridíolo; c) detalhe do peridíolo; d) basidiósporos, (esp).....	72
Figura 30 - <i>Cyathus</i> sp. nov. a) basidioma maduro; b) peridíolo; c) detalhe do peridíolo; d) basidiósporos.....	74

Figura 31 - <i>Disciseda bovista</i> a) basidioma maduro; b) detalhe do basidioma; c) capilício; d) basidiósporo.....	77
Figura 32 - <i>Disciseda verrucosa</i> a) basidioma maduro; b) capilício; c) basidiósporo....	79
Figura 33 - <i>Podaxis pistillaris</i> a) basidioma imaturo; b) basidioma maduro; c) hifas do exoperídio; d) capilício; e) basidiósporos.....	83
Figura 34 - <i>Tulostoma</i> aff. <i>longii</i> a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.....	86
Figura 35 - <i>Tulostoma fusipes</i> a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.....	88
Figura 36 - <i>Tulostoma gracilipes</i> a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.....	90
Figura 37 - <i>Tulostoma psilophilum</i> a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.....	93
Figura 38 - <i>Geastrum floriforme</i> a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) hifas da camada micelial; d) hifas da camada pseudoparenquimatosa; e) capilício; f) basidiósporos.....	97
Figura 39 - <i>Geastrum</i> sp. nov. a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) hifas da camada micelial; d) hifas da camada pseudoparenquimatosa; e) capilício; f) basidiósporos.....	99
Figura 40 - <i>Sphaerobolus stellatus</i> a) basidioma; b) peridíolo; c) camada micelial (presença de cristais); d) exoperídio (3) e (4); e) basidiósporos (ba), hifas tramais (ht) e cistídios (ci).....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Famílias e espécies de fungos gasteroides e novas ocorrências para os Estados (PB e RN), Semiárido (SA), Brasil (BR) América do Sul (AS) e Ciência (CI)..... 42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS	- América do Sul
BA	- Bahia
BLAST	- Basic Local Alignment Search Tool
BR	- Brasil
BRAHMS	- Botanical Research and Herbarium Management System
CE	- Ceará
CI	- Ciência
CSIC	- Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CTGás	- Centro de Tecnologia do Gás
diam	- Diâmetro
DNA	- Ácido desoxirribonucleico
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
ITS	- espaçador transcrito interno
LSU	- Subunidade maior do DNA ribossômico
MEV	- Microscópio Eletrônico de Varredura
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
MO	- Microscópio óptico
PB	- Paraíba
PCR	- Reação em cadeia da Polimerase
PE	- Pernambuco
PI	- Piauí
RJB	- Real Jardín Botánico
RN	- Rio Grande do Norte
SA	- Semiárido
Sp	- Espécie
Spp	- Duas ou mais espécies
UFBA	- Universidade Federal da Bahia
UFRN	- Universidade Federal do Rio Grande do Norte

LISTA DE SIMBOLOS

%	-	por cento
<	-	menor que
=	-	Igual
>	-	maior que
±	-	mais ou menos
°C	-	grau celsius
µm	-	Micrômetro
Cm	-	Centímetro
fχ	-	Função
km	-	Quilômetro
km ²	-	quilômetro quadrado
KOH	-	hidróxido de Potássio
mm	-	Milímetro
n	-	número de basidiosporos analisado
Q _m	-	quociente entre largura e altura média dos basidiósporos
X	-	Média

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 MORFOLOGIA DOS FUNGOS GASTEROIDES.....	19
2.1.1 Caracteres macromorfológicos.....	19
2.1.2 Caracteres micromorfológicos.....	25
2.2 SISTEMÁTICA DOS FUNGOS GASTEROIDES.....	28
2.3 IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS GASTEROIDES.....	30
2.4 FUNGOS GASTEROIDES NO BRASIL.....	32
2.5 CARACTERIZAÇÃO DO DOMÍNIO CAATINGA.....	33
3 OBJETIVOS.....	38
3.1 GERAL.....	38
3.2 ESPECÍFICOS.....	38
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1 ÁREAS DE ESTUDO.....	38
4.1.1 Serra de Cuité/PB.....	38
4.1.2 Serra do Torreão/RN.....	39
4.2 COLETA DOS ESPÉCIMES.....	40
4.3 HERBORIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO E DOS ESPÉCIMES.....	40
4.4 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).....	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1 TAXONOMIA DE FUNGOS GASTEROIDES NA CAATINGA DA PARAÍBA E DO RIO GRANDE DO NORTE.....	42
5.2 DESCRIÇÕES DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE FUNGOS GASTEROIDES ESTUDADOS.....	49
5.2.1 Descrições das espécies.....	49
5.2.1.1 Agaricaceae Chevall.....	49
5.2.1.2 Geastraceae Corda.....	94
5.2.1.3 Sphaerobolaceae J. Schröt.....	100
CONCLUSÕES.....	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
APÊNDICE 1 – ARTIGO PUBLICADO NA REVISTA FUNGAL PLANET.....	123

1 INTRODUÇÃO

O reino Fungi é constituído por organismos heterótrofos e eucarióticos que se alimentam por absorção e agem como parasitas, sapróbios ou mutualistas (KIRK et al., 2008). A organização corpórea dos fungos é composta essencialmente por um micélio formado por um agrupamento de hifas que podem ser septadas ou cenocíticas, ou ainda ser unicelulares, como no caso das leveduras. A parede celular constituída particularmente por quitina e glucano, e como reserva energética o glicogênio (ALEXOPOULOS & BLACKWELL, 1996; KIRK et al., 2008).

Hawksworth & Lücking (2017) calculam a existência de aproximadamente 3,8 milhões de espécies. Das quais cerca de 120 mil foram descritas até o presente. Para o Brasil, o Catálogo Brasileiro de Plantas e Fungos do Brasil (2010) estima que exista cerca de 15.000 espécies de fungos, sendo documentadas apenas 5.719 espécies, dentre essas, 2.617 foram encontrados na região nordeste (MAIA et al., 2015). Os fungos são agrupados de acordo com características específicas compartilhadas, fato esse que fundamenta a formação de diferentes grupos. Dentre esses grupos estão os fungos do filo Basidiomycota que apresentam na sua maioria basidiomas macroscópicos. E entre esses, estão os fungos gasteroides.

Os fungos gasteroides são caracterizados principalmente por possuírem o himênio fechado durante a maturação completa dos basidiósporos e a incapacidade de liberá-los ativamente. Recebem este nome, portanto, devido à forma do desenvolvimento angiocárpico do basidioma (MILLER & MILLER, 1988; ALEXOPOULOS et al., 1996). Os fungos gasteroides representam atualmente um grupo polifilético, e no mundo é estimado cerca de 10.000 espécies (HAWKSWORTH, 2001; KIRK et al., 2008). No Brasil, o último levantamento feito por Lima (2018) contabiliza 324 espécies de fungos gasteroides para o país, distribuídas em 57 gêneros, com os gêneros, *Geastrum* Pers., *Lycoperdon* P. Micheli, *Cyathus* Haller e *Scleroderma* Pers. sendo os mais representativos. No nordeste brasileiro, são registradas cerca de 37% das espécies registradas para o Brasil, distribuídas em sete estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte.

Desde a antiguidade os fungos gasteroides têm apresentado acentuada importância para a humanidade, os quais são utilizados para diversos fins, como: econômico, gastronomia, medicinal e silvicultura (KNIGHT, 1913; BULLER, 1915; LIU, 1984; LO, 1998; GIACHINI et al., 2000; MUHSIN et al., 2012).

No Brasil os estudos com fungos gasteroides iniciaram-se em meados do século XVII (FIDALGO, 1985), porém somente no século XXI que cientistas brasileiros começaram a

contribuir intensamente para o conhecimento do grupo nesse país. A sistemática do grupo sofreu profundas mudanças durante os últimos anos devido aos avanços das técnicas moleculares, e atualmente as espécies de fungos gasteroides se encontram distribuídas em diferentes grupos taxonômicos. Dentre as dezessete ordens da classe Agaricomycetes, apenas (Agaricales Underw., Boletales E.-J. Gilbert, Russulales Kreisel ex P.M. Kirk, Geastrales K. Hosaka & Castellano, Hysterangiales K. Hosaka & Castellano e Phallales E. Fisch.) incluem espécies que produzem basidioma gasteroide (KIRK et al., 2008; HIBBET et al., 2014).

Em relação a biodiversidade de todo o planeta, o Brasil comporta uma relevante porção, isso se traduz em mais de 20% de todas as espécies da terra, elevando-o ao principal posto entre os 17 países megadiversos (MMA, 2002). Entretanto, há vários domínios brasileiros que abrigam grande diversidade e estão em iminência de destruição, como a Caatinga.

A Caatinga é a única região natural brasileira, que se limita exclusivamente ao território nacional, prevalecente na Região Nordeste, abrangendo cerca de 54,53 % dos 1.548.672 km² da área do território (IBGE, 2005). A palavra “Caatinga” é proveniente do Tupi e quer dizer “mata branca”, em referência ao aspecto dominante da vegetação do domínio, que apresenta, durante a estação seca, troncos esbranquiçados e radiantes, e acentuada perda das folhas (PRADO, 2003). Esta vegetação apresenta uma considerável diversidade de ambientes, garantindo uma mistura de florestas sazonalmente secas e áridas, com acentuada variedade de espinhos e arbustos, variando de acordo com a disponibilidade de água e com o mosaico de solo, abrangendo parte de todos os estados do Nordeste e uma pequena porção ao norte de Minas Gerais (AB’SABER, 1977; VELLOSO et al., 2002).

Nas últimas décadas, contudo, a Caatinga foi apresentada como um ecossistema pobre em número de espécies e endemismo, além de ser considerada a menos estudada e a menos protegida entre as regiões naturais brasileiras (VANZOLINI et al., 1980; ANDRADE-LIMA, 1982; PRANCE, 1987; MMA, 2002; SILVA et al., 2004; CNUC/MMA, 2018). Entretanto, novos estudos têm modificado essa perspectiva e evidenciado o valor desse domínio para a conservação da biodiversidade brasileira (LEAL et al., 2003).

Os estudos com fungos gasteroides em região de Caatinga no semiárido brasileiro começam a destacar-se somente a partir do novo milênio (BASEIA et al, 2014). Atualmente o domínio apresenta 40 espécies de fungos gasteroides registrados (LIMA, 2018). Nesse sentido, vários trabalhos contribuíram para o conhecimento dos fungos gasteroides nesta região: Baseia & Galvão, (2002), Baseia & Milanez (2002), Baseia et al. (2003), Baseia & Calonge (2005, 2006, 2008), Baseia et al. (2006, 2007), Leite & Baseia (2007), Leite et al. (2007a, 2007b), Silva et al. (2007a, 2007b), Drechsler-Santos et al. (2008), Fazolino et al. (2008, 2010), Gurgel

et al. (2008); Trierveiler-Pereira & Baseia (2009a, 2010), Trierveiler-Pereira et al. (2009b, 2009c, 2010, 2011), Barbosa et al. (2011), Silva et al. (2013, 2014), Alfredo et al. (2014), Cruz & Baseia (2014), Sousa et al. (2015), Da Silva et al. (2016), Gurgel et al. (2017), Sousa et al. (2017).

Assim, observa-se que esse importante domínio fitogeográfico demonstra grande nível de degradação com altas prioridades de preservação (CNUC/MMA, 2018), sendo fundamental o levantamento dos fungos dessa região. Com isso, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo para ampliar o conhecimento sobre os fungos gasteroides em duas áreas de importância biológica no domínio fitogeográfico Caatinga nos estados do Rio Grande do Norte (Serra do Torreão - João Câmara) e Paraíba (Serra de Cuité – Cuité).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MORFOLOGIA DOS FUNGOS GASTEROIDES

A palavra "gasteromiceto" é derivada do grego "gaster", que significa "estômago" e "micetos", que significa "fungo". Os fungos gasteroides como são comumente conhecidos compreendem um grupo artificial, de origem polifilética, sendo arranjados em várias ordens dentre os Basidiomycota (HIBBETT et al., 1997). Atualmente, com o advento de novas técnicas de filogenia molecular as diversas linhagens de basidiomicetos gasteroides foram redistribuídas dentro de Agaricomycetes em várias ordens e famílias (HOSAKA et al., 2006; HIBBETT et al., 2007).

A principal e mais notável característica destes fungos consiste no processo de formação e liberação dos basidiósporos, a qual é passiva, ou seja, dependente de agentes bióticos ou abióticos para sua dispersão (MILLER & MILLER, 1988).

Os fungos gasteroides possuem considerável variação de cores, formas e tamanhos (TOLEDO, 1993), bem como grande diversidade morfológica (figura 1), com formas esféricas, subglobosas, estrelados, infundibuliformes, estipitados, clatrados e falóides (CALONGE, 1998).

O basidioma pode ser epígio (sobre o solo) ou hipógeo (abaixo do solo). Nos táxons hipógeos o mecanismo de dispersão dos basidiósporos depende da ação de invertebrados ou pequenos mamíferos e, nos epígeos a dispersão depende tanto de fatores bióticos como abióticos (LIU, 1984; ALEXOPOULOS et al., 1996).

Podem ser sapróbios, crescendo sobre solo, folhas caídas, madeira morta, fezes de ruminantes, ou dunas (WEBSTER & WEBER, 2007) e associadas às raízes de plantas, formando ectomicorrizas (LONG et al., 2006; BECHEM, 2011). Ou ainda, em ambientes aquáticos como a *Nia vibrissa* R.T. Moore & Meyers, em ambientes marinhos (JONES & JONES, 1993) e *Limnoperdon* G.A. Escobar, que forma o corpo de frutificação em pântanos (ESCOBAR et al., 1976).

2.1.1 Caracteres macromorfológicos

Os diversos táxons dos fungos gasteroides apresentam estruturas fundamentais, que caracterizam sua morfologia macroscópica: basidioma, perídio e gleba

O **basidioma** ou **corpo de frutificação** tem evoluído passando por diferenciação de estruturas para facilitar a dispersão de esporos, apresentando assim uma acentuada variedade

de tamanhos, formas, cores e hábitos (MILLER & MILLER, 1988). Os Tamanhos variam de poucos milímetros a oitenta centímetros ou mais.



Figura 1 – Morfologia dos fungos gasteroides. a) globosa (*Bovista* Pers.); b) subglobosa (*Calvatia* Fr.); c,d) estrelada (*Geastrum/Sphaerobolus* Tode); e) infundibuliformes (*Cyathus*); f,g) estipitada (*Tulostoma* Pers./*Podaxis* Desv.); h) clatrada (*Clathrus* P. Micheli). i,j) pseudoestipitada (*Mutinus* Fr.). Fotos: autor.

O **perídio** dos fungos gasteroides consiste numa parede formada por hifas estéreis que engloba a porção fértil do basidioma denominada gleba (MILLER & MILLER, 1988). A anatomia, consistência, pigmentação, espessura e fragilidade, deste revestimento são caracteres de grande valor para a taxonomia do grupo (CUNNINGHAM, 1944; CALONGE, 1998). O perídio pode ter uma estrutura muito simples (*Scleroderma* Pers.), apesar da grande espessura que atinge em algumas espécies (*S. polyrhizum* (J.F.Gmel.)Pers.), onde pode ter mais de 10 mm de espessura quando fresco. No entanto, em muitos gêneros, é diferenciado em uma camada externa, (exoperídio) e uma interna, (endoperídio) (figura 2, B e C) (CALONGE, 1998). Ou ainda, podem apresentar uma terceira camada denominada mesoperídio (MILLER & MILLER, 1988).

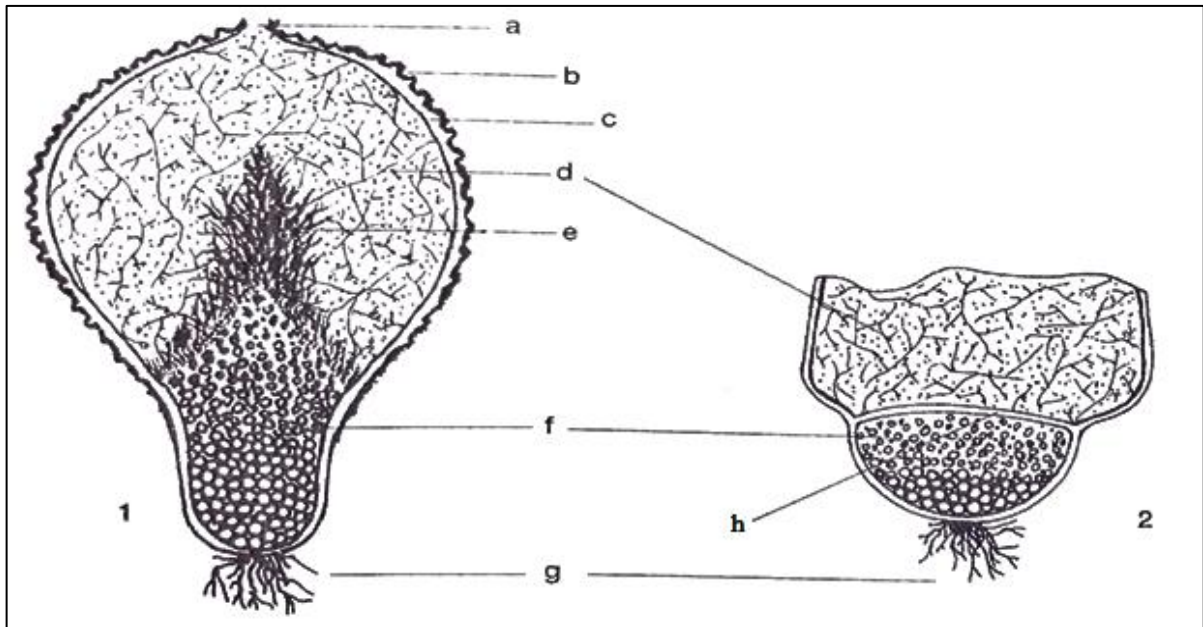


Figura 2 – Representação esquemática de corte de basidioma (1) *Lycoperdon perlatum* Pers. e (2). *Vascellum pratense* (Pers.)Kreisel. a) ostíolo; b) exoperídio; c) endoperídio; d) gleba; e) pseudocolumela; f) subgleba; g) rizomorfos; h) diafragma. Adaptado de Calonge, 1998.

Em algumas espécies, o perídio abre-se naturalmente quando os esporos estão maduros; em outras, permanece fechado, e os esporos são apenas liberados após a sua ruptura pela ação de um agente externo como ar, água, animais ou dispositivos mecânicos empregados pelo próprio fungo (figura 3) (CUNNINGHAM, 1944; RAVEN et al., 2014).

Os representantes de Geastraceae apresentam duas evidentes camadas: exoperídio e endoperídio; o primeiro subdivide em três: camada micelial, camada fibrosa e camada pseudoparenquimatosa; e o segundo composto de hifas que formam uma membrana rígida. Entretanto, uma terceira camada denominada mesoperídio, pode ser observada, principalmente em basidiomas frescos, como por exemplo em *Geastrum triplex* Jungh., que apresenta remanescentes do mesoperídio incrustado ao material cristalino (SUNHEDE, 1989). Na dispersão dos esporos a camada do perídio externo divide-se radialmente, encurvando-se para elevar o saco de esporos acima do nível do solo (PEGLER et al., 1995).

Nos Lycoperdaceae o exoperídio pode produzir células com paredes bem espessas e de forma irregular ou regular, formando ornamentações que variam de espécie para espécie sendo um forte critério de classificação (DEMOULIN, 1976). Na dispersão dos esporos o perídio se abre na maturidade desenvolvendo um ostíolo (*Lycoperdon*) ou por fragmentação parcial ou total (*Calvatia*) para lançamento de esporos pulverulentos (PEGLER et al., 1995).

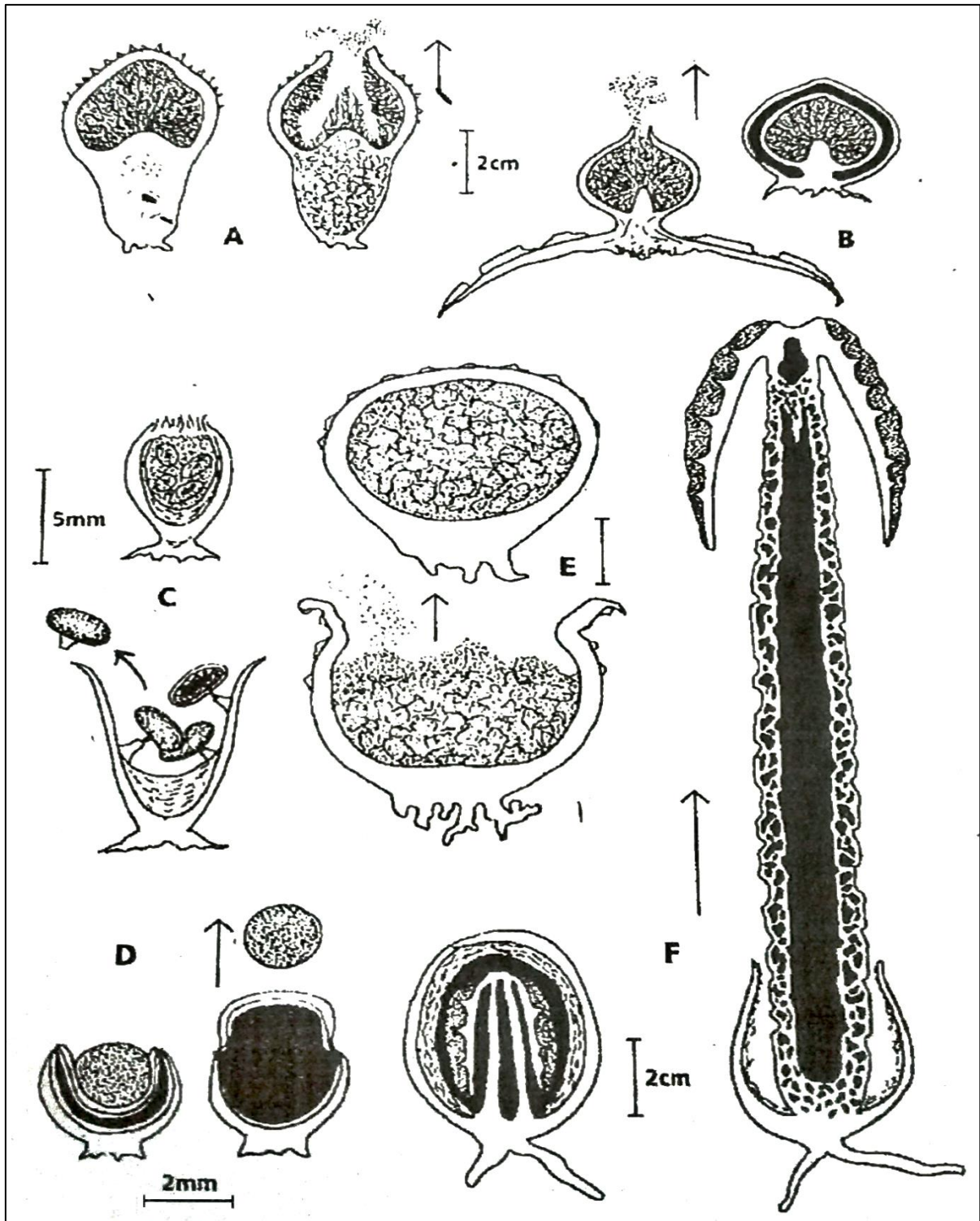


Figura 3 – Corte vertical de basidiomas gasteroides, ilustrando os mecanismos de dispersão de esporos. A) *Lycoperdon*, um puffball, com perídio de camada única abrindo na maturidade por um ostíolo para lançamento de esporos pulverulentos. B) *Geastrum*, estrelas-da-terra, a camadas de perídio externo divide-se radialmente, encurvando-se para elevar o saco de esporos acima do nível do solo. C) *Cyathus*, fungo ninho de pássaro, os esporos são desenvolvidos dentro de pacotes rígidos (peridíolos), que são ejetados pela ação do respingo da chuva. D) *Sphaerobolus*, balas de canhão, as camadas internas do perídio se invertem repentinamente para ejetar violentamente a massa de esporos. E) *Scleroderma*, esferas-da-terra, o perídio espesso de camada única se rompe irregularmente para liberar os esporos. F) *Phallus Junius ex L.*, um stinkhorn, o mico-ovo gelatinoso se divide e a massa de esporos pegajosa é elevada acima do nível do solo por um receptáculo que se alonga rapidamente. Extraído de Pegler et al., 1995.

Em Nidulariaceae, o perídio apresenta-se aparentemente liso como em *Nidula* V.S. White e *Crucibulum* Tul. & C. Tul. ou com marcações longitudinais denominadas plicações como nos *Cyathus*, bem como presença de hifas na região exterior denominadas tomento (BRODIE, 1975). Segundo Pegler et al. (1995) o perídio serve como uma estrutura especializada para captar gotas de chuva e como “propulsores de perídios” ou “splash cup”, que ajudam na disseminação dos peridiólos. De acordo com Miller & Miller (1988), os peridiólos possuem uma série de camadas de parede que protegem o desenvolvimento do himênio. O nome dado a essas camadas de parede é a túnica, que pode ter pelo menos duas paredes morfológicamente distintas.

Na família Phallaceae apresenta um perídio distinto, segundo Ainsworth et al., (1973) constituído de um exoperídio membranoso muito fino geralmente liso cobrindo uma camada gelatinosa de um endoperídio grosso, com células diferenciadas capazes de acumular grandes montantes de água dentro de uma matriz gelatinosa. Na dispersão dos esporos a camada gelatinosa presente nos receptáculo é responsável por abrigar uma massa de esporos pegajosa com odor característico que atrai insetos, geralmente dípteras (PEGLER et al., 1995).

Em Phalogastraceae o perídio se apresenta como liso e membranoso e na maturidade se abre de forma desigual dando acesso a uma gleba mucilaginosa com esporos elipsoides (Calonge, 1998).

Nos Podaxaceae, segundo Morse (1933) o perídio apresenta duas camadas, a externa dividindo-se em escamas finas e reticuladas, que na maior parte permanecem vagamente em estágios ativos de crescimento, dando ao basidioma uma aparência muito desgrenhada. Para a dispersão dos esporos o perídio se rompe lacerando-se longitudinalmente dando acesso a gleba com esporos com camadas espessas e pigmentadas com adaptações aos ambientes semiáridos ou xéricos, que os tornam mais resistentes à dessecação e à radiação UV quando disperso principalmente pelos ventos (MILLER & MILLER, 1988).

Em sclerodermataceae, o perídio apresenta de uma a várias camadas. No estágio de maturidade o perídio se desprende completamente para expor a gleba. O perídio em *Pisolithus* pode desaparecer ou se dividir e se tornar recurvado como em *Scleroderma polyrhizum* (J.F. Gmel.) Pers. (MILLER & MILLER, 1988). Na dispersão dos esporos o perídio se rompe por fraturas irregulares para liberar os esporos (PEGLER et al., 1995).

Nos Sphaerobolaceae o perídio apresenta múltiplas camadas, podendo ser gelatinosa, pseudoparenquimatosa, fibrosa, paliçada e um endoperídio. As camadas mais internas se evaginam num procedimento de descarga forçada que ejeta rapidamente o peridiólo em até 4

metros de distância favorecendo a dispersão dos esporos (CUNNINGHAM, 1944; PEGLER et al., 1995).

Nos representantes de Tulostomataceae, o perídio é simples ou dividido em várias camadas que podem permanecer persistentes sobre a base (AINSWORTH et al., 1973, MILLER & MILLER, 1988). Na dispersão dos esporos o ápice do perídio apresenta uma abertura, na qual as nuvens de esporos são ejetadas após a pressão na superfície do perídio ou a ação de respingos de gotas de chuva.

A abertura do perídio, o **ostíolo**, é também um caráter sistemático muito importante. Em geral, o ostíolo é localizado na parte apical do basidioma (figura 2, a) para permitir a liberação dos esporos. Às vezes muitos ostíolos podem estar presentes ao longo da superfície do perídio como em *Myriostoma coliforme* (Dicks.) Corda. Em outros casos, pode ocorrer a quebra completa do perídio do ápice para a base como em *Langermannia* Rostk. Ou apenas parcialmente, na metade superior em *Calvatia*. No gênero particular *Disciseda* Czern, o ostíolo se forma na parte basal do perídio após o basidioma se desprender do substrato, finalmente, no caso das espécies hipógeas, a capacidade de deiscência no perídio é perdida. (CALONGE, 1998). Já a área que circunda o ostíolo é chamada de **peristômio**, que pode variar em forma e altura, ser fibriloso ou sulcado, delimitado ou não, caráter esse importante na família Geastraceae (figura 4).

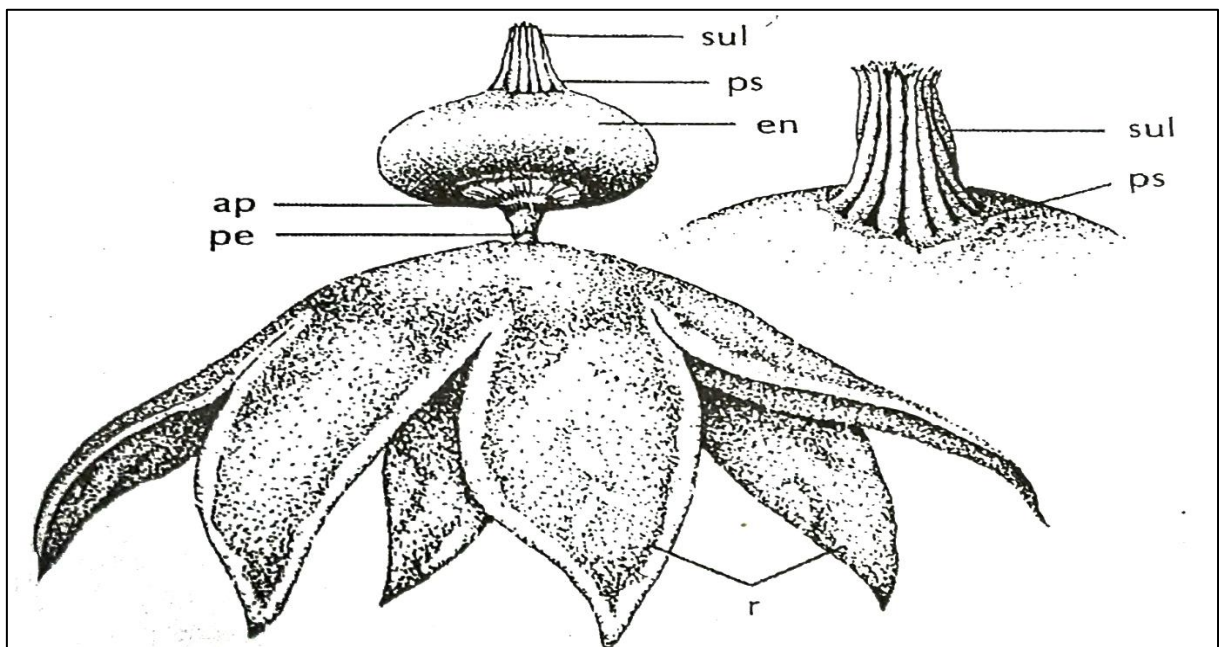


Figura 4 – Representação esquemática de um basidioma de *Geastrum pectinatum* Pers. O peristômio (ps) é sulcado (sul). Endoperídio (en), a apófise estriada-enrugada (ap), é suportada por um pedicelo estreito (pe). O exoperídio e o mesoperídio formam os raios curvados (r). Extraído de Miller & Miller, 1988.

A **gleba** por sua vez, é a porção fértil do basidioma, onde o basídio e os basidiósporos se originam (ALEXOPOULOS et al., 1996) apresentam também, frequentemente, estruturas

estéreis, tais como capilício, paracapilícios e cistídios. No basidioma maduro a gleba pode ser de consistência pulverulenta, carnosa, viscosa ou gelatinosa, (CALONGE, 1998).

Algumas espécies podem apresentar a parte inferior estéril da gleba, denominada de **base estéril** ou **subgleba**, que é uma modificação do conteúdo da gleba, se apresentado reduzida ou desenvolvida e nas formas celular ou compactada. Nos fungos gasteroides geralmente, não há separação real entre gleba e subgleba, apenas uma área de transição. Entretanto, no gênero *Vascellum* F. Šmarda é registrado uma parede de hifas homogêneas que separa a gleba da subgleba denominada diafragma (figura 2, h) (CALONGE, 1998).

O **estipe** é formado por hifas longitudinais e pode apresentar consistência fibrosa (WRIGHT, 1987) podem se apresentar como estipe verdadeiro (*Tulostoma*) com função de sustentar o perídio e a gleba, ou como pseudoestipe (Phallales) que consiste em uma massa de hifas esponjosas (LIU, 1984).

As **rizomorfias** presentes em alguns gêneros dos fungos gasteroides, se assemelham a raízes de plantas, e são formadas por um cordão de micélios com função de fixação do basidioma no substrato, podendo ser basal, quando localizadas na base do corpo de frutificação, ou lateral surgindo de qualquer parte do exterior do perídio como em *Rhizopogon* Fr. (figura 2, g) (CUNNINGHAM, 1944).

2.1.2 Caracteres micromorfológicos

Na taxonomia dos fungos gasteroides, os caracteres microscópicos como basídios, basidiósporos, elementos hifais (capilício e paracapilício) são de fundamental valor, pois de uma maneira geral, auxiliam na identificação de diferentes gêneros e espécies.

Os basídios dos fungos gasteroides em sua grande maioria apresentam-se como angiocárpicos, ou seja, inclusos nos basidiomas, ao menos no início do desenvolvimento, pelo fato de não possuírem mecanismo de ejeção dos basidiósporos (DRING, 1973). Originam-se irregularmente a partir da região glebal, que frequentemente forma diferentes camadas férteis ou áreas denominadas de pseudohimênio, podendo, por exemplo, envolver pequenos lóculos na gleba, concentrar-se no interior de peridíolos, ou ainda, ocorrer em camadas no receptáculo de um ‘tentáculo fedorento’ (MILLER & MILLER, 1988).

A visualização dos basídios nos fungos gasteroides é possível somente nos basidiomas imaturos, devido a sua degeneração no decorrer da maturação do basidioma. Quando um remanescente do esterigma permanece ligado ao esporo, o esporo é denominado “pedicelado”

(CALONGE, 1998). Segundo Miller e Miller (1988) os basídios produzem de quatro a oito basidiósporos, podendo ser encontrado em número de até doze.

Os basidiósporos são esporos sexuais que caracterizam o grupo de fungos Basidiomycota, e se mostram numa faixa de tamanho de cerca de 3 a 20 μm , que possivelmente está relacionada ao seu método único de descarga (WEBSTER & WEBER, 2007). São unicelulares e simétricos, com ampla variação no tamanho (figura 5) (MILLER & MILLER, 1988). Em poucas espécies aparecem como lisos, mas na maioria aparecem como verrugosos, espinhosos, reticulados, colunar ou estriados (CALONGE, 1998).

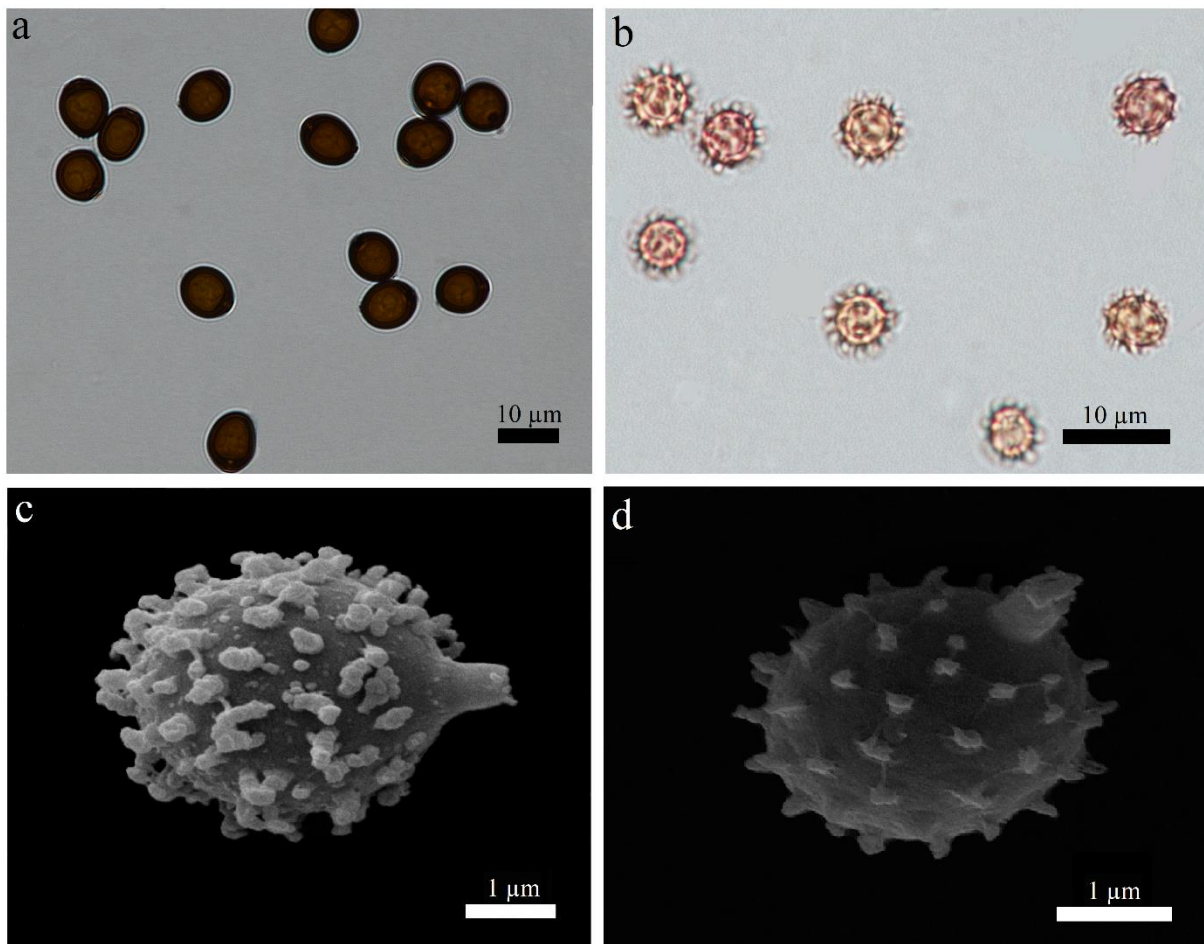


Figura 5 – Exemplos de basidiósporos em microscopia óptica e eletrônica de varredura. a) *Podaxis pistillaris* (L.) Fr.; b) *Calvatia* sp.; c) *Disciseda bovista* (Klotzsch) Henn; d) *Calvatia* sp. Fotos: autor.

Com o advento da microscopia óptica, minuciosas estruturas como o ectospório, exospório e o endospório presentes na parede dos esporos puderam ser identificadas e estudadas (figura 6). O ectospório é a camada mais externa, o exospório é a estrutura responsável pelo desenvolvimento da ornamentação dos esporos, e o endospório é a camada mais interna apresentando-se uma única vez (*Geastrum*) ou mais de uma vez como no (*Astraeus* Morgan) (MILLER & MILLER, 1988; CALONGE, 1998).

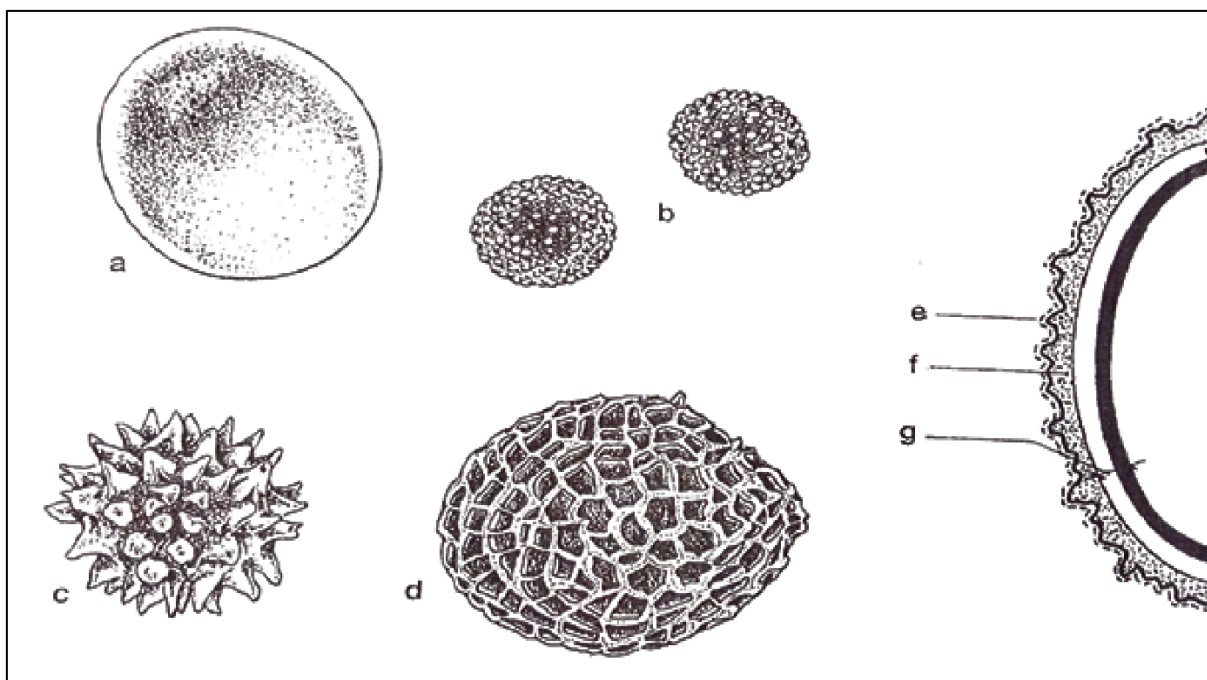


Figura 6 – Tipos de ornamentações de esporos. a) lisa; b) verrugosa; c) espinhosa; d) reticulada; e) ectospório; f) exospório; g) endospório. Extraído de Calonge, 1998.

Os sistemas hifais que evoluíram nos fungos gasteroides não diferem materialmente dos basidiomicetos em geral. As hifas esqueléticas da gleba dos fungos gasteroides são comumente referidas como capilício, que são de dois tipos: o eucapilício ou capilício verdadeiro, geralmente cianofílico, e paracapilício, que é acianofílico (CALONGE, 1998).

O eucapilício (figura 7) é composto de hifas 4 – 35 μ m de largura com paredes secundariamente espessadas e um lúmen que pode ser grande ou pequeno, dependendo da espessura da parede. As paredes geralmente são pigmentadas, a septação pode ser comum à rara, e a ramificação ocorre frequentemente a raramente. Alguns elementos capilíticos contêm poros, outros têm fendas distintivas, enquanto outros não têm (MILLER & MILLER, 1988).

Os elatérios, elementos capilares especiais reduzidos na gleba de *Battarrea* e *Batterrieoides* (figura 7), são capilícios diferenciados, higroscópicos, apresentando-se de forma alongada em espiral, afunilada nas extremidades com paredes espessadas. Esta adaptação está relacionada provavelmente a dispersão de esporos pelo vento em climas semiáridos (MILLER & MILLER, 1988).

Os paracapilícios são constituídos por hifas generativas, não pigmentadas, flácidas, paredes finas e regularmente septadas (KREISEL, 1967). A maioria dos paracapilícios podem ter de raras a frequentes ramificações. Às vezes, eles podem ter paredes finas até grossas, sem poros ou fendas presentes. Os grampos de conexões às vezes estão presentes, como em *Astraeus*, e estão ausentes no capilício verdadeiro (MILLER & MILLER, 1988).

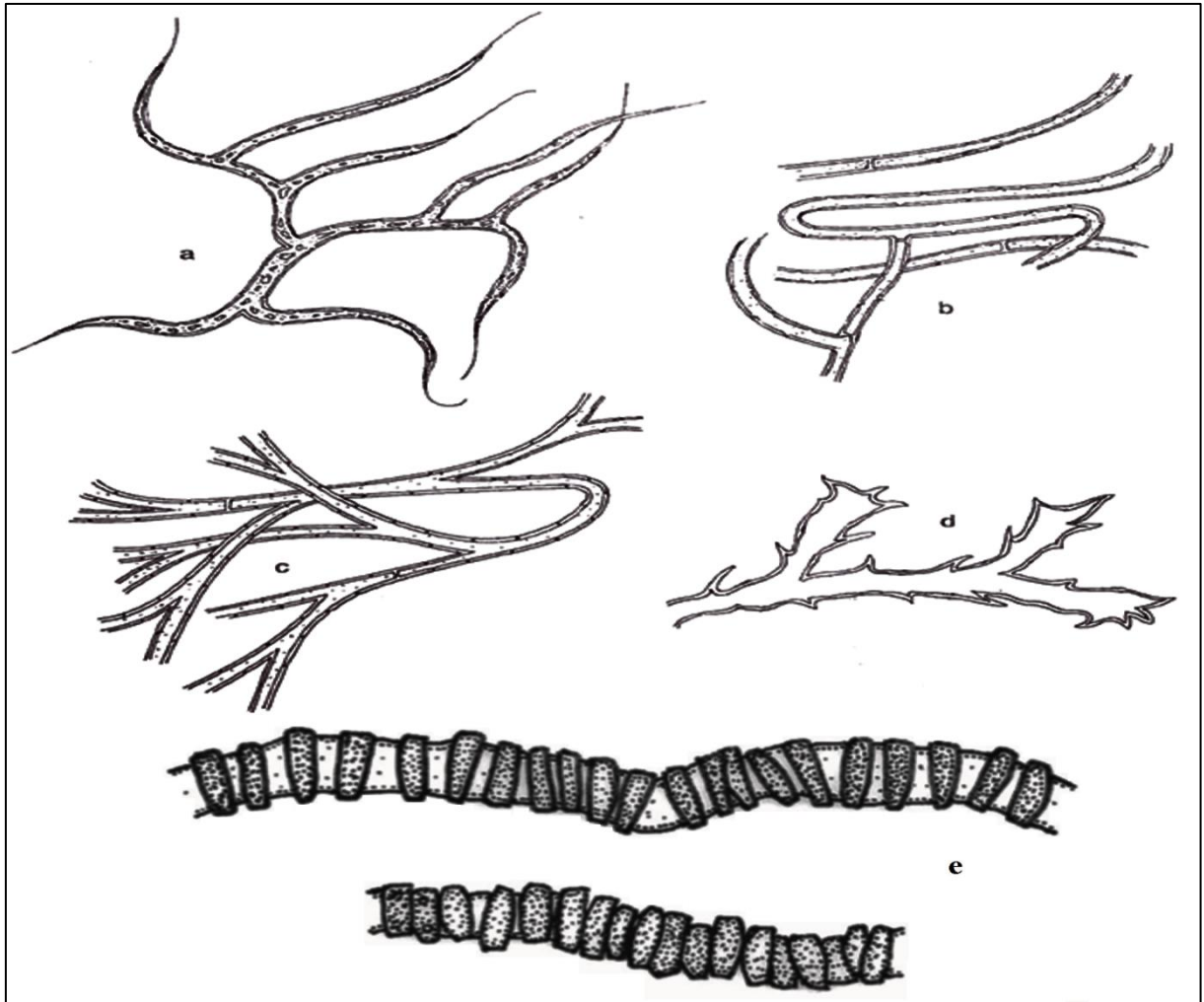


Figura 7 – Tipos de capilícios. a) *Bovista*; b) *Lycoperdon*; c) intermediário; d) espinhoso (*Mycenastrum*); e) elatérios. Extraído de: (a-d) Calonge, 1998; (e) Cortez et al., 2009.

2.2 SISTEMÁTICA DOS FUNGOS GASTEROIDES

A sistemática dos fungos gasteroides vem sendo estudada há mais de dois séculos em diversas partes do mundo. Um dos primeiros registros desses fungos na literatura é feito pelos britânicos Bryant (1782) onde fornecem um relato histórico de duas espécies de *Lycoperdon*, e Woodward (1794) a primeira descrição crítica de “estrelas-da-terra” (PEGLER et al, 1995). Entretanto, somente no início do século XIX que trabalhos desse grupo começam a aparecer como Persoon (1801) com a obra “Sinopsis methodica fungorum” em que propõe uma classe denominada *Angiocarpi* baseado em caracteres morfológicos. Anos depois, Fries (1821) com a obra denominada “Systema mycologicum” agrupa esses fungos na classe “Gasteromycetes”.

O termo “Gasteromycetes” foi uma classificação válida durante quase dois séculos e diversos autores consideraram em suas publicações: Lloyd (1902), Coker & Couch (1928), Morse (1933), Cunningham (1944), Bottomley (1948), Zeller (1949), Dissing & Lange (1962),

Demoulin (1969), Dring (1973), Demoulin & Dring (1975), Beltrán-Tejera & Torre (1977), Liu (1984), Miller & Miller (1988), Kreisel, (1989), Pegler et al. (1995) e Calonge (1998). Atualmente o termo se encontra sem valor taxonômico, porém ainda é usado genericamente por valor histórico.

Nas últimas décadas alguns trabalhos, principalmente com técnicas moleculares têm contribuído para uma nova filogenia do grupo: Hibbett et al. (1997), Krüger et al. (2001), Binder & Bresinsky (2002), Moncalvo et al. (2002), Hibbett (2006), Hosaka et al. (2006), Hibbett et al. (2007), Kirk et al. (2008), Hibbett et al. (2014), Zhao et al. (2017). Para a maioria destes autores os fungos gasteroides são tidos como grupo polifilético. O estudo pioneiro sobre a polifilia do grupo foi feito por Hibbett et al (1997) distribuindo os fungos gasteroides no clado euagaricóide, destacando as famílias Lycoperdaceae, Nidulariaceae, Tulostomataceae e a família Sclerodermataceae no clado boletóide.

Hosaka et al., (2006) propõe a subclasse a Phallomycetidae incluindo Gomphales e Phallales e duas novas ordens, Hysterangiales e Geastrales. Ano seguinte, Hibett et al, (2007) inclui os fungos gasteroides e todos os basidiomicetos no sub-reino Dikarya e cria a nova subclasse Agaricomycetidae com as ordens Agaricales, e já considera Phallomycetidae com as ordens Geastrales, Hysterangiales e Phallales. Atualmente, trabalhos filogenéticos como Hibbett et al. (2014) (figura 8) e Zhao et al. (2017) reconhecem as duas subclasses de Agaricomycetes: Agaricomycetidae e Phallomycetidae, permanecendo como um termo válido para o grupo dos fungos gasteroides.

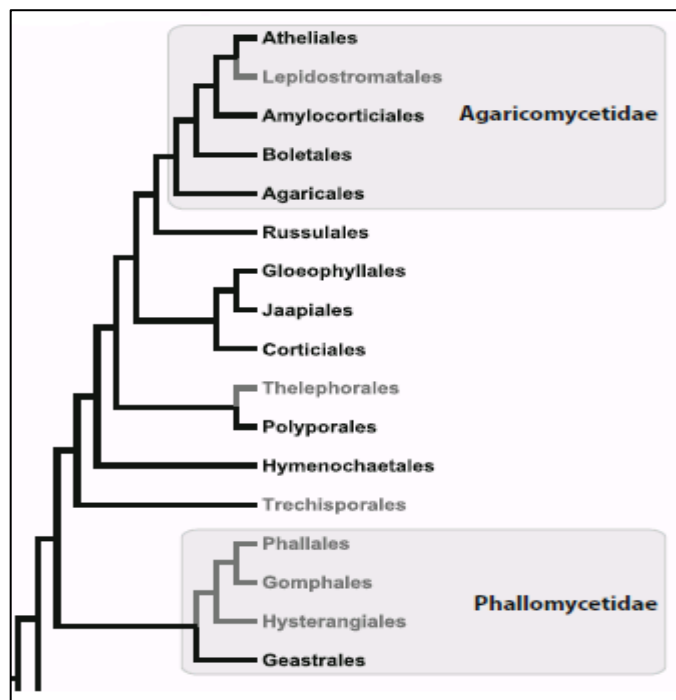


Figura 8 – Filogenia dos fungos gasteroides. Adaptado de Hibert et al. 2014.

2.3 IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS GASTEROIDES

Desde a antiguidade os fungos gasteroides vêm sendo utilizados pela humanidade para diversos fins, basidiomas do gênero *Calvatia* e *Lycoperdon*, quando imaturos, eram apreciadas como iguarias pelos gregos e romanos que se encarregaram de transmitir esses costumes para seus descendentes (BULLER, 1915). Ainda neste contexto, Calonge (1998) cita que povos fenícios e romanos faziam uso de *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert tanto para a alimentação quanto para o tingimento de tecidos, se apresentando como uma das mais importantes espécies de gasteroides da época.

No final do século XIX, com o advento das pesquisas com fungos gasteroides no mundo, outras espécies começam a ganhar destaque em diferentes áreas de importância (figura 9) como por exemplo *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd, que apresenta substância hemostática para estancar sangramento (KNIGHT, 1913).

No aspecto da culinária, muitas espécies de fungos gasteroides são apreciados como iguarias, como *Lysurus mokusin* (L.) Fr. e *Phallus impudicus* L. na China. (LIU, 1984; LÆSSØE & SPOONER, 1994). O uso alimentício de *Podaxis pistillaris*, em alguns lugares do mundo também tem sido relatado (MUHSIN et al., 2012). De acordo com Calonge (1998), algumas espécies de falsas trufas como as de *Rhizopogon*, são muito apreciadas na culinária em regiões da Europa e Ásia, e em alguns países da América do Sul.

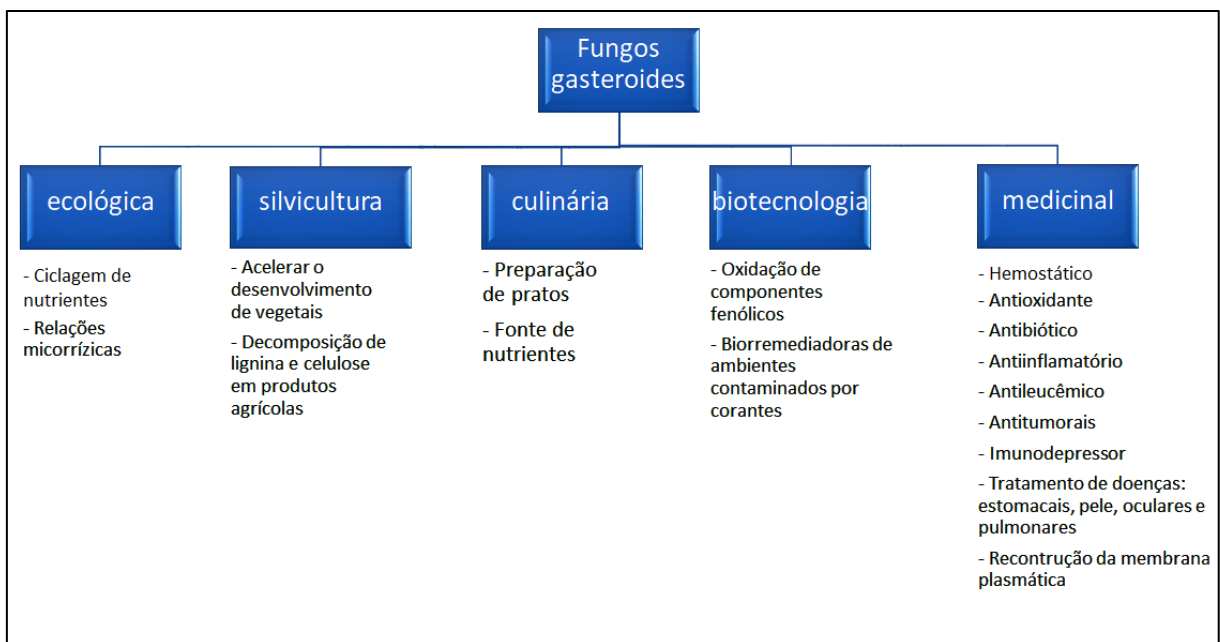


Figura 9 – Sumário de atividades dos fungos gasteroides. Fonte: autor.

No aspecto medicinal, são relatados diversos compostos com variados benefícios ao ser humano. *Cyathus stercoreus* (Schwein.) De Toni apresenta compostos bioativos como os antioxidantes e é usado na medicina tradicional Chinesa para aliviar problemas do estômago (BO & BU., 1980; KANG et al., 2007, 2008). Algumas espécies de *Cyathus* apresentam a ciantina, um potente complexo antibiótico (BRODIE, 1975). *Podaxis pistilaris* é relatado no tratamento de doenças de pele na África do Sul e na China em tratamentos contra inflamação (AL-FATIMI et al, 2006). *Phallus formosanus* Kobayasi nas atividades antileucêmicas (LEE, 1957). *Calvatia gigantea* com o composto calvacina, com propriedades anticancerígenas. *Pisolithus arhizus* com o peróxido de argosterol, composto com atividades imunodepressora (KREISEL et al, 1990; CALONGE, 1998). *Calvatia craniiformis* (Schwein.) Fr. com o ácido calvático, apresenta propriedades antitumorais e antibióticas (UMEZAWA et al, 1975). *Calvatia excipuliformis* (Scop.) Perdeck com um complexo composto esfingolípido, responsável pela reconstrução de blocos da membrana plasmática (LIU, 2004). E ainda, *Geastrum saccatum* Fr. com um composto de glucanas responsável por propriedades curativas (TELLEZ, 1987; TOMO, 1994; DORE et al, 2007).

Na biotecnologia algumas espécies são consideradas biorremediadoras de ambientes contaminados por corantes é o caso de *Geastrum lloydianum* Rick, *G. schweinitzii* (Berk. & M.A. Curtis) Zeller e *G. subiculosum* Cooke & Masee estas espécies realizam a oxidação de componentes fenólicos. *Geastrum subiculosum* é tida como uma espécie promissora na degradação de um produto químico utilizado na indústria têxtil o corante sintético Azul Brillante de Remazol R (RBBR) (SANTANA et al., 2017).

Na silvicultura, alguns fungos gasteroides ectomicorrízicos, das famílias Sclerodermataceae e Hymenogastraceae, como o *Scleroderma citrinum* Pers., *Rhizopogon luteolus* Fr., *Rhizopogon rubescens* (Tul. & C. Tul) Tul & C. Tul são utilizados no Sul do Brasil para acelerarem o desenvolvimento dos vegetais como *Eucaliptus*, *Pinus*, *Larix* e *Quercus* (GIACHINI et al, 2000). E também *Cyathus stercoreus* como decompositor de lignina e celulose em produtos agrícolas, como palha de trigo (WIKCLOW et al., 1980; HALSALL, 1993).

Na natureza, segundo Calonge (1998) esses fungos apresentam um papel importante como sapróbios no solo, em restos vegetais, esterco, estabelecendo relações micorrízicas com plantas ou ainda como parasitas.

2.4 FUNGOS GASTEROIDES NO BRASIL

No Brasil, a primeira publicação relacionada a fungos ocorreu no século XVII no ano de 1648 por Piso, reportando sete espécies de fungos que eram chamados de Carapucu na língua tupi (FIDALGO, 1985). Posteriormente no ano de 1790, um estudante universitário, o frei franciscano, José Mariano da Conceição Vellozo, reportou o primeiro registro provável de fungos gastróides na sua obra “Flora Fluminense” a *Dictyophora indusiata* (Vent.) Desv., hoje considerada *Phallus indusiatus*. Logo depois, o *Clathrus micheli*, é coletado por W.J. Burchell no estado de São Paulo no ano de 1826 (FIDALGO, 1974). Décadas depois, Berkeley (1842) registrou *Nidula plicata* Fr., coletada no Rio de Janeiro por Charles Darwin. Anos depois, Berkeley & Cooke (1876) publica uma lista de 437 espécies de diversos fungos até então desconhecidos para o Brasil.

No final do século XIX, Möller (1895), descreveu várias espécies, destas oito eram novas para ciência: *Protuberia maracujá* Möller, *Clathrus chrysomycelinus* Möller, *Colus garciae* Möller (*Pseudocolus garciae* (Möller) Lloyd), *Blumenavia rhacodes* Möller, *Aporophallus subtilis* Möller., *Itajahya galericulata* Möller., *Ithyphallus glutinolens* (*Phallus glutinolens* (Möller) Kuntze), *Dictyophora callichroa* Möller, *Laternea columnata* Nees, *Mutinus bambusinus* (Zoll.) E. Fisch, *Dictyophora phalloidea* Desv.

No início do século XX, Hennings (1904) também contribuiu com o conhecimento de fungos gasteroides no Brasil, descrevendo nove espécies: *Arachnion album* Schwein., *Cyathus berkeleyanus* (Tul. C. Tul) Lloyd, *Cyathus montagnei* Tul. & C. Tul., *Nidularia deformis* (Will.) Fr., *Ileodictyon cibarium* Tul., *Laternea columnata* Nees, *Simblum sphaerocephalum* Schltldl., *Tulostoma exasperatum* Mont. e *T. rickii* Lloyd. Anos depois, ele publica outras oito espécies do grupo: *Geastrum hariatii* Lloyd, *Blumenavia rhacodes* Möller, *Clathrus chrysomycelinus* Möller, *Mutinus bambusinus* (Zoll.) E. Fisch., *Phallus galericulatus* (Möller) Kreisel, *Phallus glutinolens* (Möller) Kuntze, *Phallus indusiatus* Schltldl. e *Pseudocolus garciae* (Möller) Lloyd.

Outras importantes contribuições sobre fungos gasteroides no Brasil foram: Sydow & Sydow (1907) em que mencionam nove espécies dos gêneros *Geastrum* e *Lycoperdon* para o estado de São Paulo e Minas Gerais. Silveira (1943) com descrição de oito espécies de *Calvatia* para o Brasil. Viégas (1945) lista diversas espécies das famílias Cyathaceae, Geastraceae, Lycoperdaceae, Phallaceae e Sclerodermataceae para os estados de São Paulo e Santa Catarina. Batista (1950) com três novas espécies de *Podaxis*. E, ainda, Batista & Vital (1955) com a descrição de três espécies de *Tulostoma* para Pernambuco. Batista & Bezerra (1960) com

diversas descrições entre elas a *Calvatia máxima* (Schaeff) Morgan. Anos depois, Rick (1961) publica 122 espécies de gasteroides para o Sul do Brasil.

Na década de 90, Bononi et al. (1981, 1984), registraram 36 espécies de diversas famílias para o estado de São Paulo.

Somente a partir do início do século XXI que os trabalhos com os fungos gasteroides se intensificaram, com destaque aos da região da Caatinga no semiárido brasileiro: Baseia & Galvão, (2002), Baseia & Milanez (2002), Baseia et al. (2003), Baseia & Calonge (2005, 2006, 2008), Baseia et al. (2006, 2007), Leite & Baseia (2007), Leite et al. (2007a, 2007b), Silva et al. (2007a, 2007b), Drechsler-Santos et al. (2008), Fazolino et al. (2008, 2010), Gurgel et al. (2008); Trierveiler-Pereira & Baseia (2009a, 2010), Trierveiler-Pereira et al. (2009b, 2009c, 2010, 2011a), Barbosa et al. (2011), Silva et al. (2013, 2014), Alfredo et al. (2014), Cruz & Baseia (2014), Sousa et al. (2015), Da Silva et al. (2016), Gurgel et al. (2017), Sousa et al. (2017). Desses trabalhos, destacam-se: Silva et al. (2013a) que descrevem duas espécies novas de *Geastrum* para os estados da Bahia e Piauí: *Geastrum aculeatum* B.D.B.Silva & Baseia e *Geastrum echinulatum* T.S.Cabral, B.D.B.Silva & Baseia. Em 2014 Alfredo et al. (2014) descrevem uma nova espécie de *Calvatia* no estado da Paraíba: *Calvatia nodulata* Alfredo & Baseia; E, Cruz & Baseia (2014) com quatro novas espécies de *Cyathus* nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte: *Cyathus calvescens* R. Cruz & Baseia, *Cyathus hortensis* R. Cruz & Baseia, *Cyathus magnomuralis* R. Cruz & Baseia, *Cyathus parvocinereus* R. Cruz & Baseia. Em 2016, Da Silva et al., com uma espécie nova de *Cyathus* no Pernambuco: *Cyathus pedunculatus* M.A.Silva, M.M.B.Barbosa & Baseia; recentemente em 2017, Gurgel et al. com uma espécie de *Mycenastrum* no Pernambuco: *Mycenastrum catimbauense* Baseia, R.A.F. Gurgel, Melanda, R.J. Ferreira & Alfredo, e Sousa et al. (2017) no estado do Rio Grande do Norte: *Myriostoma calongei* Baseia, J.O. Sousa, & M.P. Martín.

2.5 CARACTERIZAÇÃO DO DOMÍNIO CAATINGA

O território brasileiro, com sua grande extensão territorial, abriga uma das principais paisagens e ecologias da região tropical, que ocorre em uma espécie de território principal, com certas dimensões e arranjos, apresentando um complexo extensivo e homogêneo devido principalmente as condições fisiográficas e biogeográficas. Nesse sentido, esses domínios espaciais são chamados de “Domínios morfoclimáticos”. Esse conceito demonstra uma combinação entre distintos componentes como: clima, vegetação, relevo, solo e hidrologia.

Nisso, no Brasil é identificado seis distintos domínios morfoclimáticos, incluindo a Caatinga (AB'SABER, 2003).

O termo “Caatinga” tem origem na antiga língua indígena Tupi e significa “mata branca”, referenciando a fisionomia da vegetação no decorrer da estação seca, quando a maioria das árvores perdem as folhas e os troncos esbranquiçados e brilhantes dominam a paisagem (PRADO, 2003). Predominando como vegetação principal da região Nordeste, cobrindo 54,53% dos 1.548.672 km² da área da região (IBGE, 2005), abrangendo parte dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e uma pequena porção norte de Minas Gerais. Estendendo-se por cerca de 844.453 km², ocupando uma área equivalente a 11% do território nacional (Figura 10), e é o único domínio exclusivamente brasileiro (LEAL et al, 2005; IBGE, 2005). É limitada a leste e a oeste pelas florestas Atlântica e Amazônica, respectivamente, e ao Sul pelo Cerrado (MMA, 2010).

O domínio da Caatinga, no quesito parâmetros meteorológicos, apresenta características extremas, que marcadamente se diferenciam dos demais domínios, são elas: baixas taxas de precipitações e umidade relativa, taxas elevadas de evapotranspiração potencial, temperatura média anual e radiação solar (REIS, 1976). Fenômenos tais como secas e cheias, também são muito frequentes, os quais têm afeiçoado a vida animal e vegetal das Caatingas. No entanto, é a ausência de chuvas por longos períodos de tempo que caracteriza a região (NIMER, 1972).

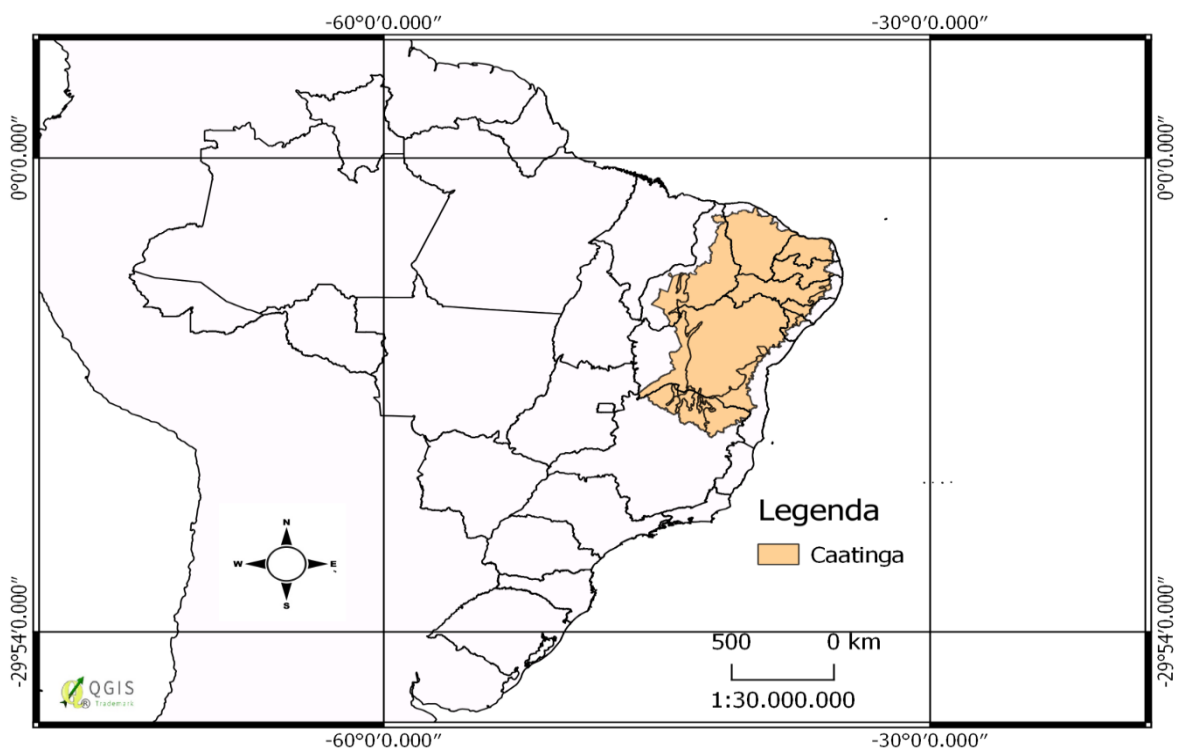


Figura 10 – Mapa de distribuição da Caatinga no Brasil.
Fonte: autor.

Especificamente no âmbito da vegetação, o domínio da Caatinga apresenta uma marcante diversidade, como por exemplo: caducifólia, espinhosa e xerófila que proporcionam uma admirável diversidade de ambientes (figura 11), muitas delas endêmicas ao domínio, e outras que podem elucidar relações biogeográficas que auxiliam no desvendar da dinâmica histórica vegetacional da própria Caatinga (VELLOSO, 2002; GIULIETTI et al, 2003; INPE, 2015).

É marcante nesse domínio a presença de uma série de serras que constituem barreiras geográficas para diversas espécies, localizadas nas depressões sertanejas, as quais apresentam a vegetação mais típica da Caatinga. Entretanto, regiões mais altas e de relevos diversificados apresentam outras fisionomias como a arbustiva a arbórea, o carrasco, a mata seca e a mata úmida, bem como as formações abertas de predominância das bromeliáceas e cactáceas (VELLOSO, 2002).



Figura 11 – Exemplos de fitofisionomias da Caatinga. a) - Serra de Cuité - Cuité/PB; b) Serra do Torreão – João Câmara/RN. Fotos: autor.

Apesar de toda esta diversidade de estruturas e flora, cientificamente, a Caatinga foi pouco classificada. Luetzelburg (1923) e Duque (1980), deram início reconhecendo tipos locais (Agreste, Caatinga, Carrasco, Cariris Velhos, Curimataú, Seridó, Serras e Sertão). Definindo esses a partir de características como: ambientais, pluviais, vegetacionais e edáficos (MMA,

2010). Andrade-Lima (1981) dividiu a Caatinga em 12 tipos, observando aspectos ambientais e florísticos, vinculando aos gêneros e espécies mais importantes, mas não as mapeou. Outros como Rodal & Sampaio (2002) realizaram estudos a partir das divisões do mapeamento agroecológico da Embrapa propondo mudanças no sistema de Andrade-Lima (SILVA et al, 1993). Recentemente, Velloso et al, (2002) divide o domínio da Caatinga em oito ecorregiões (figura 12). São elas: Complexo de Campo Maior, Complexo de Ibiapaba - Araripe, Depressão Sertaneja Setentrional, Planalto da Borborema, Depressão Sertaneja Meridional, Dunas do São Francisco, Complexo da Chapada Diamantina, Raso da Catarina

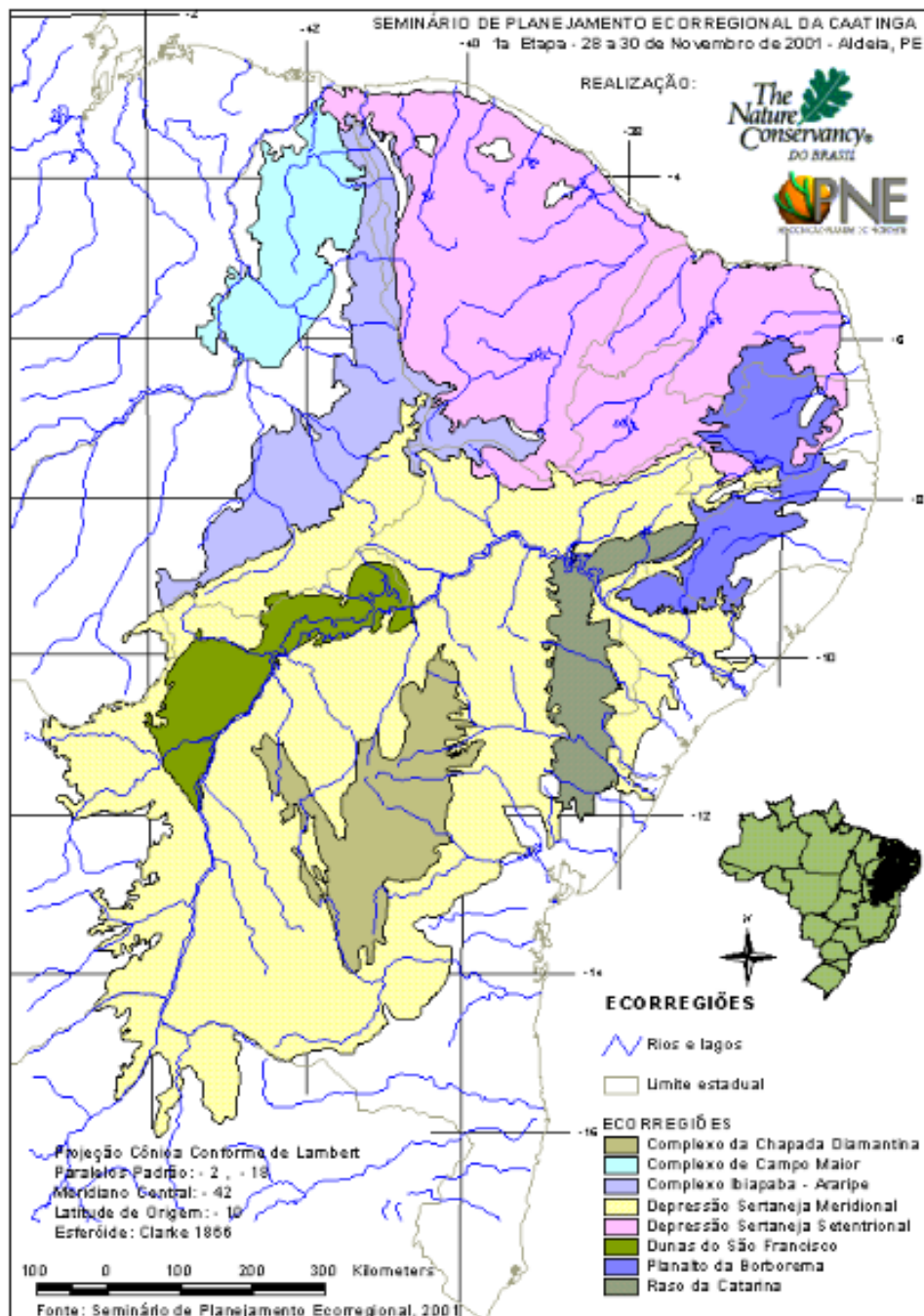


Figura 12 – Ecorregiões da Caatinga.
Extraído de Velloso, et al., 2002.

Para o estudo e a conservação da diversidade biológica da Caatinga, Leal et al. (2003) cita vários motivos, entre eles: a Caatinga é o único domínio com limites exclusivamente nacional, além de ser a menos estudada e a menos protegida, com unidades de conservação cobrindo mínima percentagem do seu território, onde sofre com extensos processos de alterações ambiental devido a má gestão de seus recursos naturais, ocasionando á rápida extinção de espécies únicas.

Para Tabarelli & Vicente (2002), quando se discute políticas para a conservação da biodiversidade no país, a Caatinga tem sido sempre colocada em segundo plano, como pode ser observado pelo número reduzido de unidades de conservação. Além disso, é também um dos domínios mais ameaçados e alterados pela ação antrópica, principalmente o desmatamento, apresentando extensas áreas degradadas (MMA, 2002) e solos sob intenso processo de desertificação (GARDA, 1996).

Historicamente, a agricultura praticada na região da Caatinga é itinerante, o que gerou uma ocupação territorial desordenada e impactante. Isto, por sua vez, causou uma redução significativa da biodiversidade regional (MMA, 2002). Em 1993, as atividades degradantes como a agrícola ocupavam quase 28% da área total da Caatinga (MMA, 1998), e estimativas mais recentes feitas a partir de monitoramento por satélite mostram que a região já apresenta, aproximadamente, 45% de sua área degradada pelo homem (INPE, 2015).

Uma opção para evitar a destruição da Caatinga são as Unidades de Conservação (UC), pois apresentam-se como uma das estratégias mais importantes para garantir a conservação da diversidade biológica de uma região (MARGULES & PRESSEY, 2000; MMA, 2010). Na última década, o domínio da Caatinga contava com 47 unidades de conservação com variados regimes de gerenciamento (16 federais, 7 estaduais e 24 privadas) que somavam 4.956km², próximo a 6,4% do domínio (THE NATURE CONSERVANCE DO BRASIL & ASSOCIAÇÃO CAATINGA, 2004). Atualmente, o domínio apresenta 180 UCs que preservam 8,18% do domínio, onde 25% dessa área protegida pertencem à categoria de proteção integral e 75% à de uso sustentável, de acordo com as informações do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC/MMA, 2018).

Os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte são as unidades federativas com maior proporção do seu território nesse bioma, entretanto, são consideradas junto com Alagoas e Sergipe os estados que menos protegem a Caatinga (GOUVEIA et al., 2010). Tais estados necessitam de mais ações voltadas a criação e expansão de UCs, incrementando suas ações para a conservação da biodiversidade.

A maioria das UCs da Caatinga enfrentam problemas referentes à gestão administrativa quanto à ausência da regularização fundiária e falta de recursos humanos e financeiros para geri-las (IBAMA, 2012). Além do desmatamento, as principais ameaças a essas áreas protegidas são a caça, a prática da atividade agrícola e pecuária, e as queimadas (FELICIANO et al, 2003; CSR/IBAMA, 2014).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Ampliar o conhecimento dos fungos gasteroides em duas áreas de importância biológica no domínio fitogeográfico Caatinga nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba (Serra do Torreão - João Câmara/RN; Serra de Cuité - Cuité/PB).

3.2 ESPECÍFICOS

- Identificar e descrever as espécies coletadas a partir de dados morfológicos macro e microscópicos.
- Elaborar chaves de identificação para as espécies encontradas.
- Identificar a ocorrência de espécies endêmicas, raras ou novas para a ciência.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O estudo foi realizado em duas áreas nativas remanescentes de Caatinga do estado da Paraíba e do Rio Grande do Norte, situados nas ecorregiões do Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja Setentrional, respectivamente (figura 13).

4.1.1 Serra de Cuité - Cuité/PB

A Serra de Cuité é considerada uma área nativa do município de Cuité (figura 13) e está localizado na região centro-oeste do estado Paraíbano, na mesorregião Agreste, microrregião do Curimataú Ocidental e na ecorregião do Planalto da Borborema (VELLOSO et al, 2002), distante 234 km da capital do estado. Segundo IBGE (2010a) apresenta altitude de 750 m acima do nível do mar. Tipo vegetal savana estépica arborizada, com áreas antropizadas e porções de

Florestas Caducifólicas e Subcaducifólicas. A temperatura anual varia com média de 22,1°C. A estação chuvosa tem início em fevereiro com término em julho. A pluviosidade anual média é de 735 mm. (CPRM/PRODEEM, 2005a).

4.1.2 A Serra do Torreão - João Câmara/RN

A Serra do Torreão é considerada uma área nativa do município de João Câmara (figura 13) e está localizado na mesorregião do Agreste Potiguar, Microrregião de Baixa-Verde e ecorregião Depressão Sertaneja Setentrional (VELLOSO et al, 2002), distante a 73 km da capital Natal. Segundo (IBGE, 2010b) apresenta altitude de 160 m acima do nível do mar. O domínio vegetal dominante é a Caatinga arbustiva. Apresenta o clima muito quente com características de semiárido, tendo uma concentração de chuvas variando entre março a junho e temperaturas anuais: mínimas de 21,0 °C, máxima 33,0 °C e média de 24,7 °C. Sua precipitação pluviométrica anual média é de 648,6 mm. A média anual da umidade relativa é de 70% com uma insolação de 2.700 horas (CPRM/PRODEEM, 2005b; IDEMA, 2008).

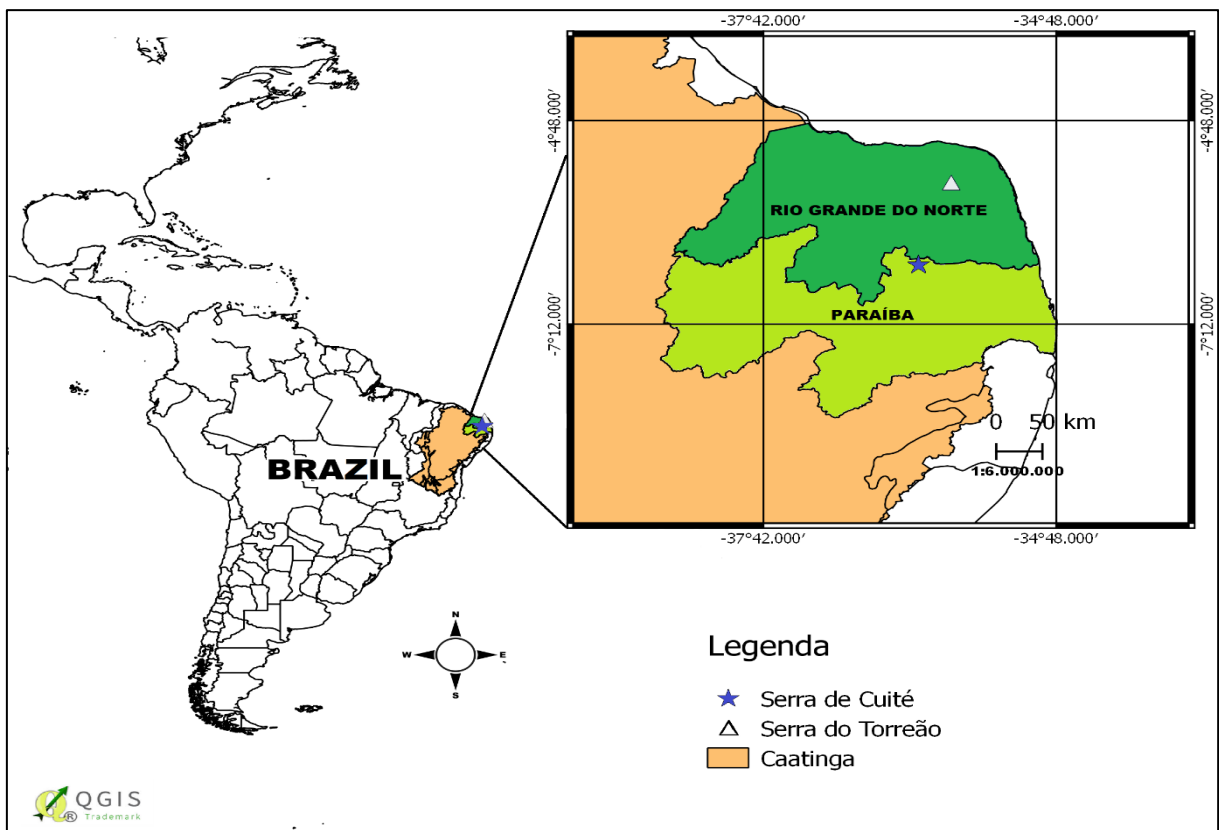


Figura 13 – Áreas estudadas na Caatinga.

4.2 COLETA DOS ESPÉCIMES

Foram realizadas 12 excursões de campo entre os meses de fevereiro a julho de 2017 e março a abril de 2018, que corresponde ao período chuvoso nas áreas estudadas. O período chuvoso favorece o desenvolvimento dos corpos de frutificação, os quais são constituídos principalmente por água (BASEIA et al., 2014).

A metodologia de coleta foi baseada em Baseia et al., (2014) onde todos os substratos propícios ao surgimento de fungos gasteroides (esterco, solo, folhas decaídas, serrapilheira e madeira decomposta) foram observados e os espécimes encontrados foram fotografados e em seguida coletados com auxílio de um canivete, procurando coletar as possíveis estruturas aderidas ao substrato. As coletas foram realizadas em trilhas pré-existentes e com busca ativa mata a dentro quando possível. Para o transporte do campo até o laboratório, os basidiomas foram acondicionados em caixas plásticas com compartimentos individualizados (LODGE et al., 2004).

4.3 HERBORIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS ESPÉCIMES

Os basidiomas coletados foram levados ao laboratório de biologia de fungos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no qual foi realizada a herborização e estudo dos espécimes. Para o processo de herborização, as amostras foram desidratadas em um desidratador elétrico (figura 14a) a uma temperatura de 40°C durante cerca de 24hs, dependendo do fungo.

Após secagem, os corpos de frutificação foram acondicionados em envelopes de papel, recebendo uma etiqueta com dados referente à coleta e foram adicionados no sistema BRAHMS (Botanical Research and Herbarium Management System) e ao acervo do Herbário – UFRN.

Após desidratado o material foi analisado macroscopicamente com auxílio de estereomicroscópio Leica EZ4 (figura 14b). Já para estruturas menores que 2 mm foi adotado o estereomicroscópio Nikon SMZ 1500 (figura 14f). As cores foram determinadas em campo e em laboratório seguindo o guia de cores de Kornerup & Wanscher (1978). Todas as alterações quanto às características macroscópicas após a herborização do material foram também anotadas.

Para a análise das microestruturas como hifas, capilício, cistídios, paracapilício, micoesclereídes, esferocistos, basídios, basidiósporos, etc., foram retiradas pequenas porções dos fungos e montadas entre lâmina e lamínula com hidróxido de potássio (KOH 5%), reagente

de Melzer ou azul de algodão (MILLER & MILLER, 1988). Foram analisadas quanto à coloração, dimensões, formas e tipo de ornamentações. As medidas foram efetuadas, sempre que possível, a partir de 20 unidades de cada microestrutura, com o auxílio de um microscópio óptico Nikon Eclipse NiR1 (figura 14e), em aumento de 20x a 100X. As fotografias das estruturas microscópicas foram feitas com uma câmera Nikon DS-R1 acoplada ao microscópio, e com o auxílio do programa NIS-Elements, versão 4.13 (figura 14e).

4.4 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

A análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizada no Laboratório de Ensaio de Materiais do Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGAS-ER) – Natal/RN, para, segundo Monthoux (1982), obtenção detalhada de microestruturas consideradas importantes na identificação dos fungos gasteroides como basidiósporos e capilícios retirados de pequenas amostras da gleba em espécies que necessitam de maiores detalhes dessas estruturas, bem como de espécies propostas nesse trabalho como inéditas para a ciência.



Figura 14 – Equipamentos e materiais empregados na identificação e herborização dos espécimes: a) Desidratador elétrico; b) Estereomicroscópio Leica EZ4 e materiais e corantes utilizados na confecção de lâminas para a microscopia; c) Aparelho metalizador usado na MEV; d) Microscópio Eletrônico de Varredura; e) Microscópio óptico Nikon Eclipse NiR1; f) Estereomicroscópio Nikon SMZ 1500. Fotos: autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 TAXONOMIA DE FUNGOS GASTEROIDES NA CAATINGA DA PARAÍBA E DO RIO GRANDE DO NORTE.

A partir da análise de 213 espécimes, correspondentes a 49 amostras, ocorrentes na Caatinga da Paraíba e do Rio Grande do Norte, foram identificadas 19 espécies de fungos gasteroides, distribuídas em 08 gêneros: *Bovista* (2 espécies), *Calvatia* (5 espécies), *Cyathus* (2 espécies), *Disciseda* (2 espécies), *Geastrum* (2 espécies), *Podaxis* (1 espécie), *Sphaerobolus* (1 espécie), *Tulostoma* (4 espécies), e 03 famílias (Agaricaceae, Geastraceae e Sphaerobolaceae).

Destas 19 espécies de fungos gasteroides identificadas: cinco constituem primeiros registros para a ciência: *C. caatinguensis* R.L.Oliveira, R.J. Ferreira, B.D.B. Silva, M.P. Martín & Baseia, sp. nov., *Calvatia* sp. nov.1, *Calvatia* sp. nov.2, *Cyathus* sp. nov. e *Geastrum* sp. nov. (figura 15) e quatro primeiros registros para a América do Sul: *Tulostoma* aff. *longii* Lloyd., *T. fusipes* Har. & Pat., *T. gracilipes* J.E. Wright e *T. psilophilum* Long. & S. Ahmad. (Tabela 1). Dez primeiros registros para o Brasil, treze primeiros registros para o semiárido, três primeiros registros para o estado da Paraíba e treze primeiros registros para o estado do Rio Grande do Norte.

Tabela 1 – Famílias e espécies de fungos gasteroides e novas ocorrências para os Estados (PB e RN), Semiárido (SA), Brasil (BR) América do Sul (AS) e Ciência (CI). Fonte: autor.

Família e espécies	Áreas	Substrato	Novas ocorrências
Agaricaceae			
<i>Bovista pusilla</i> (Batsch) Pers.	II	areia	1° SA, 1° RN
<i>Bovista delicata</i> Berk. & M.A. Curtis	I	areia	1° BR, 1° SA, 1° PB
<i>Calvatia caatinguensis</i> sp. nov.	II	solo humoso/serrapilheira	1° CI, 1° BR, 1° SA, 1° RN
<i>Calvatia cyathiformis</i> (Bosc) Morgan	II	solo humoso/serrapilheira	2° RN
<i>Calvatia fragilis</i> (Qué.) Morgan	II	areia	2° RN
<i>Calvatia</i> sp. nov. 1	II	areia	1° CI, 1° BR, 1° SA, 1° RN
<i>Calvatia</i> sp. nov. 2	II	areia	1° CI, 1° BR, 1° SA, 1° RN
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schwein.) De Toni	II	esterco	1° SA, 1° RN
<i>Cyathus</i> sp. nov.	I	solo humoso/serrapilheira	1° CI, 1° BR, 1° SA, 1° PB
<i>Disciseda bovista</i> (Klotzsch) Henn.	II	solo humoso/serrapilheira	2° SA, 1° RN
<i>Disciseda verrucosa</i> G. Cunn.	II	solo humoso/serrapilheira	2° SA, 2° RN
<i>Podaxis pistillaris</i> (L.) Fr.	II	solo pedregoso	2° RN

<i>Tulostoma aff. longii</i>	II	areia	1° AS, 1° BR, 1° SA, 1° RN
<i>Tulostoma fusipes</i>	II	areia	1° AS, 1° BR, 1° SA, 1° RN
<i>Tulostoma gracilipes</i>	II	areia	1° AS, 1° BR, 1° SA, 1° RN
<i>Tulostoma psilophilum</i>	II	areia	1° AS, 1° BR, 1° SA, 1° RN
Geastraceae			
<i>Geastrum floriforme</i> Vittad.	I e II	solo humoso/serrapilheira	2° BR, 2° SA, 1° PB, 1° RN
<i>Geastrum</i> sp nov.	II	solo humoso/serrapilheira	1° CI, 1° BR, 1° SA, 1° RN
Sphaerobolaceae			
<i>Sphaerobolus stellatus</i> Tode	II	esterco	1° SA, 1° RN

*Área I – Serra de Cuité, PB; Área II – Serra do Torreão, RN

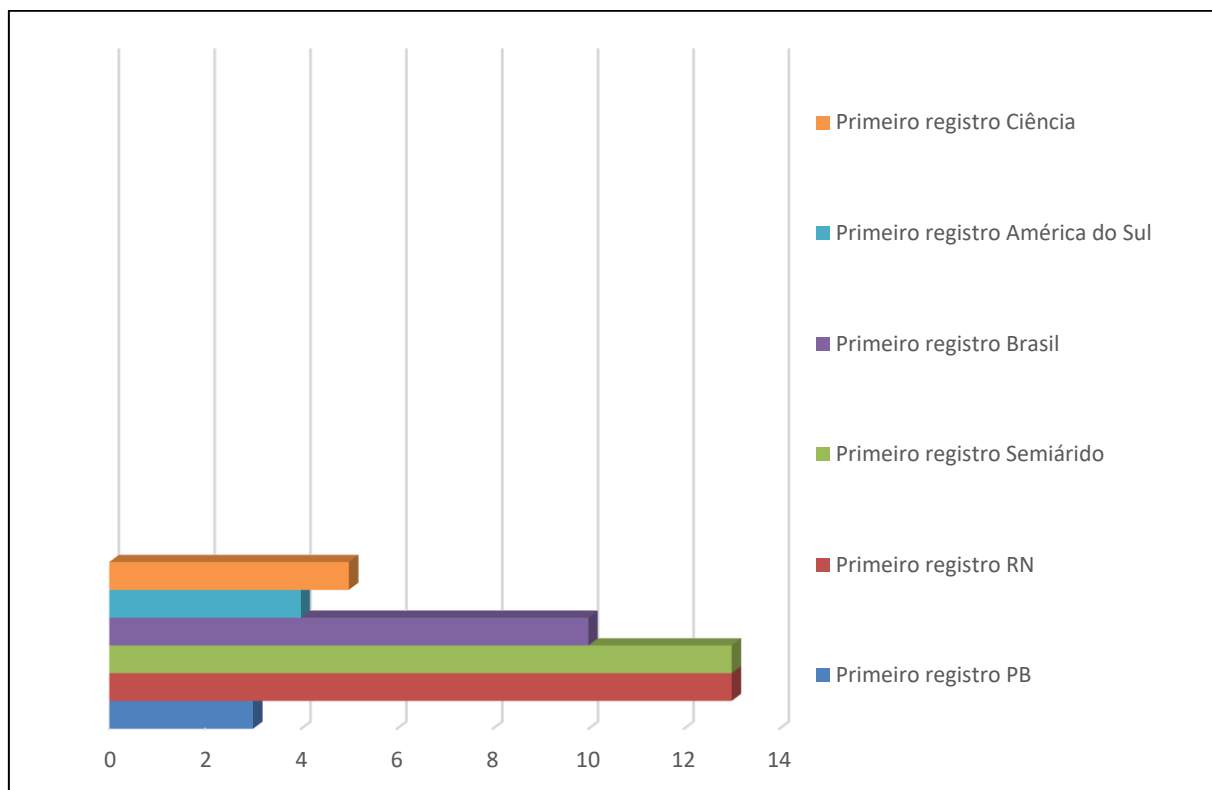


Figura 15 - Novas ocorrências de fungos gasteroides para a ciência, América do Sul, Brasil, Semiárido, estado do Rio Grande do Norte e Paraíba. Fonte: autor.

Este estudo contribuiu para um aumento da micobiota gasteroide nacional de 324 para 334 (3,08%), para o semiárido 13 novos registros, contribuindo de 40 para 53 (32,5%), para o estado do Rio Grande do Norte 13 novos registros contribuindo de 50 para 63 (26%), para o estado da Paraíba três novos registros contribuindo de 45 para 48 (6,66%) na micobiota deste estado (figura 16).

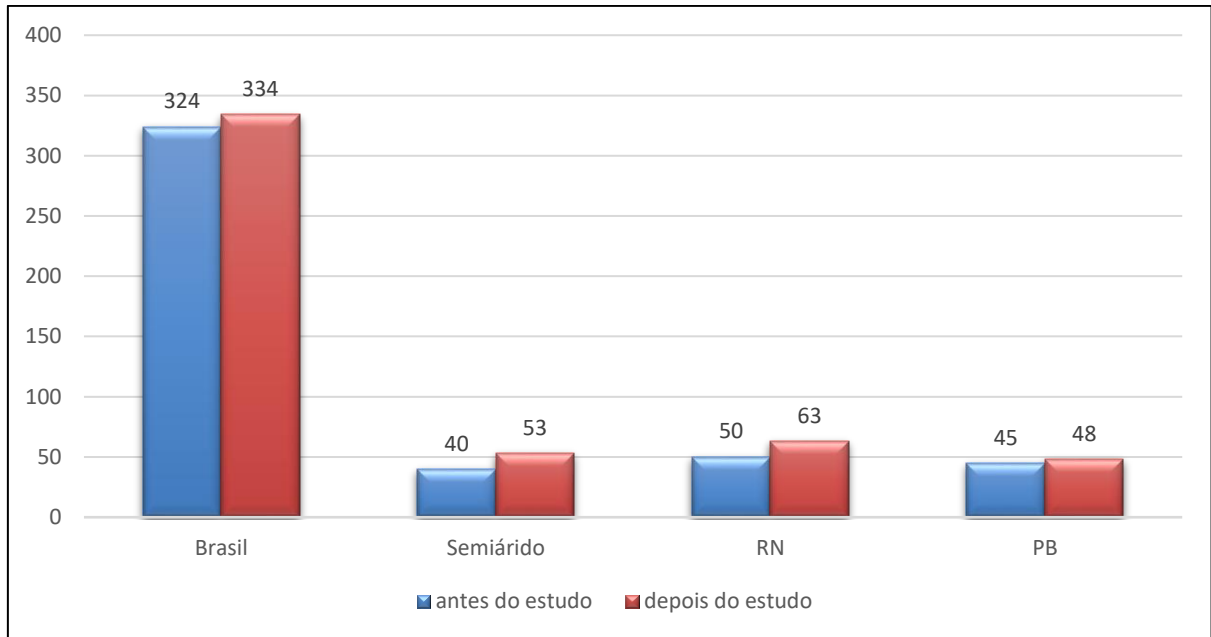


Figura 16 - Registros de fungos gasteroides para o Brasil, Semiárido, estado do Rio Grande do Norte e Paraíba antes e após o estudo. Fonte: autor.

A família Agaricaceae foi a mais representativa, com seis gêneros constituindo 75% do total de gêneros, e 16 espécies constituindo 84,25% do total de espécies identificadas, seguida por Geastraceae com um gênero constituindo 12,5%, e duas espécies constituindo 10,50% e Sphaerobolaceae com um gênero constituindo 12,5%, e uma espécie constituindo 5,25% (figura 17). As famílias Agaricaceae e Geastraceae foram encontradas nas duas localidades. A alta ocorrência da família Agaricaceae deve-se provavelmente ao fato de maior representatividade de gêneros nesta família de fungos gasteroides.

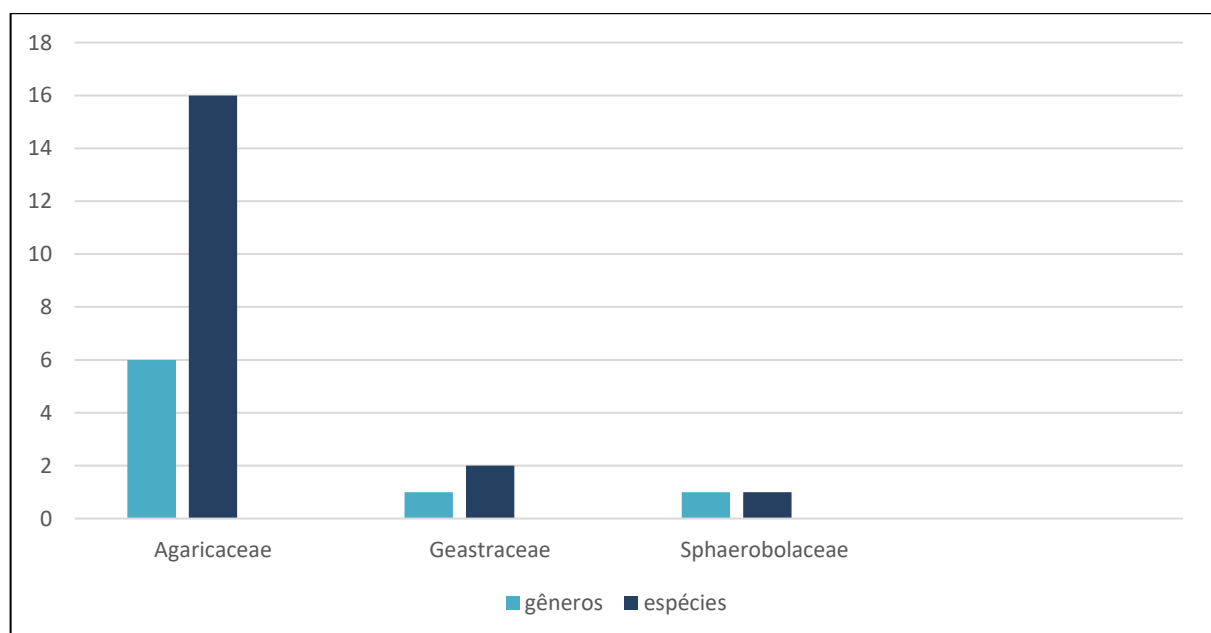


Figura 17- Representatividade das famílias, gêneros e espécies de fungos gasteroides identificadas neste estudo. Fonte: autor.

O gênero mais representativo neste trabalho foi *Calvatia* e *Tulostoma*, estes apresentaram uma riqueza de espécie totalizando 46% das espécies identificadas, sendo espécies típicas de clima semiárido (Wright, 1987; Lange, 1993). Os gêneros *Bovista*, *Disciseda*, *Geastrum* e *Cyathus* apresentaram 11% cada, totalizando 44% de espécies. Os menos representativos foram *Podaxis* e *Sphaerobolus* com 5% cada um (figura 18).

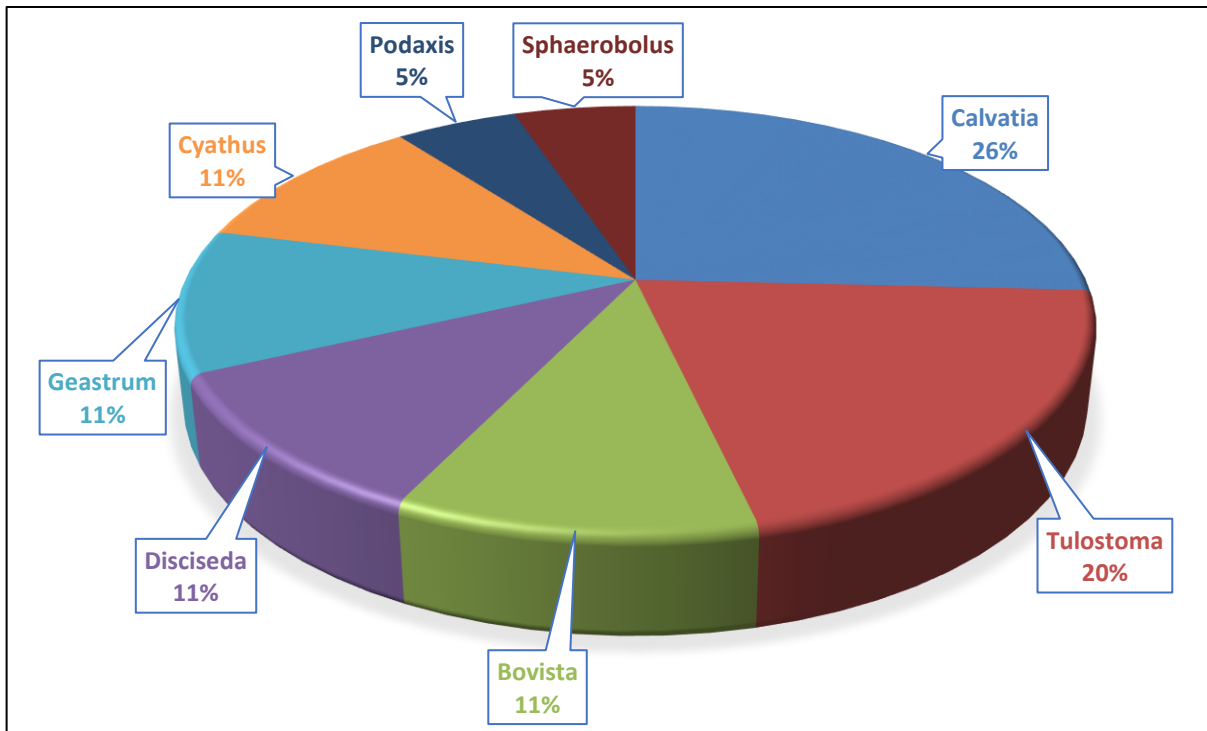


Figura 18 - Representatividade de gêneros identificados neste estudo. Fonte: autor.

Os caracteres morfológicos das espécies de fungos gasteroides registradas nesta pesquisa no domínio da Caatinga é apresentado na chave de identificação abaixo proposta.

1	Basidioma com estipe	2
1.	Basidioma sem estipe	6
2	Basidioma epígio e paracapílios presentes	<i>Podaxis pistillaris</i>
2.	Basidioma semi-hipógeo e capílios presentes	3
3	Basidiósporos flocoso verrugoso em MEV	<i>Tulostoma gracilipes</i>
3.	Basidiósporos não flocoso verrugoso em MEV	4
4	Basidiósporos com ornamentação em forma de cristas elevadas, anastomosadas com um aspecto de labirinto em MEV	<i>Tulostoma psilophilum</i>
4.	Basidiósporos sem ornamentação em forma de cristas elevadas, anastomosadas com um aspecto de labirinto em MEV	5
5	Basidiósporos flocoso em MEV	<i>Tulostoma aff. longi</i>
5.	Basidiósporos lisos a asperulado em MEV	<i>Tulostoma fusipes</i>
6	Basidioma globoso a subgloboso	7
6.	Basidioma não globoso a subgloboso	15
7	Basidioma pequeno de 8 – 17 mm de diâmetro, subgleba ausente	8
7.	Basidiomas de 19 – 61 mm, subgleba presente reduzida ou bem desenvolvida	11
8	Exoperídio granuloso ou espinhoso	9
8.	Exoperídio não granuloso ou espinhoso	10
9.	Exoperídio granuloso, endoperídio papiráceo, basidiósporos 3,6 – 5,1 µm alt × 3,5 – 4,7 µm diâm. sublisos em MO e levemente verrugoso em MEV	<i>Bovista pusilla</i>

9.	Exoperídio espinhoso, endoperídio papiráceo, basidiósporos 3,54 – 4,36 µm alt × 3,33 – 4,16 µm diâm. sublisos em MO e moderadamente verrugoso em MEV	<i>Bovista delicata</i>
10	Basidiósporos com verrugas cônicas truncadas; capilício com abundantes poros	<i>Disciseda bovista</i>
10.	Basidiósporos com verrugas em forma de dedo; capilício com poros escassos	<i>Disciseda verrucosa</i>
11	Subgleba reduzida	12
11.	Subgleba bem desenvolvida	13
12	Capilícios com poros grandes e circulares, subgleba com nódulos, gleba castanha	<i>Calvatia</i> sp. nov.1
12.	Capilícios com poros pequenos e circulares, subgleba sem nódulos, gleba lilás	14
13	Exoperídio tomentoso, com incrustações na porção basal, presença de uma faixa entre a gleba e a subgleba	<i>Calvatia caatinguensis</i> sp. nov.
13.	Exoperídio não tomentoso, ausência de incrustações na porção basal, ausência de faixa entre gleba e a subgleba	<i>Calvatia cyathiformis</i>
14	Gleba pulverulenta, não persistente na maturidade, basidiósporos espinhosos 4,7 – 5,5 µm × 4,5 – 5,4 µm	<i>Calvatia fragilis</i>
14.	Gleba pulverulenta, persistente na maturidade. Basidiósporos equinulados 5.8 – 6.6 µm × 5.2 – 6.5 µm	<i>Calvatia</i> sp. nov.2
15	Dispersão de esporos através da ejeção de peridíolos	16
15.	Dispersão de esporos não através da ejeção de peridíolos	18
16	Basidiósporos presentes em um único peridíolo	<i>Sphaerobolus stellatus</i>
16.	Basidiósporos presentes em mais de um peridíolo	17
17	Exoperídio lanoso, com tomentos de 0.22 – 0.58 mm, não arranjados em tufos definidos. plicado liso, margem da boca finamente fimbriada	<i>Cyathus stercoreus</i>
17.	Exoperídio hirsuto, com tomentos de 0,39 – 0,68 mm, arranjados em tufos irregulares, plicado conspícuo, boca finamente setosa	<i>Cyathus</i> sp. nov.
18	Exoperídio higroscópico, camada pseudoparenquimatosa persistente, não rimosa, com hifas globosas de parede espessa, esporos medindo 5,0 – 6,3 µm	<i>Geastrum floriforme</i>
18.	Exoperídio não higroscópico, camada pseudoparenquimatosa ± evanescente, com hifas globosas de paredes finas, camada fibrosa papiracea desnudada, esporos 4,1 – 5,2 µm	<i>Geastrum</i> sp nov.

O estado que apresentou maior relevância quanto ao acréscimo de registros com 85% das espécies foi o estado do Rio Grande do Norte, em comparação a 15% do estado da Paraíba (figura 19). Este fato pode ser explicado pela diferença de ecorregiões em que os dois estados se encontram. A Serra de Cuité (Cuité-PB) pertence ao Planalto da Borborema e a Serra do Torreão (João Câmara-RN) à Depressão Sertaneja Setentrional. Ambos apresentam distintos fatores morfoclimáticos, como: altitude, geologia, umidade relativa, as taxas de precipitações, taxas de evapotranspiração potencial, temperatura média anual e radiação solar.

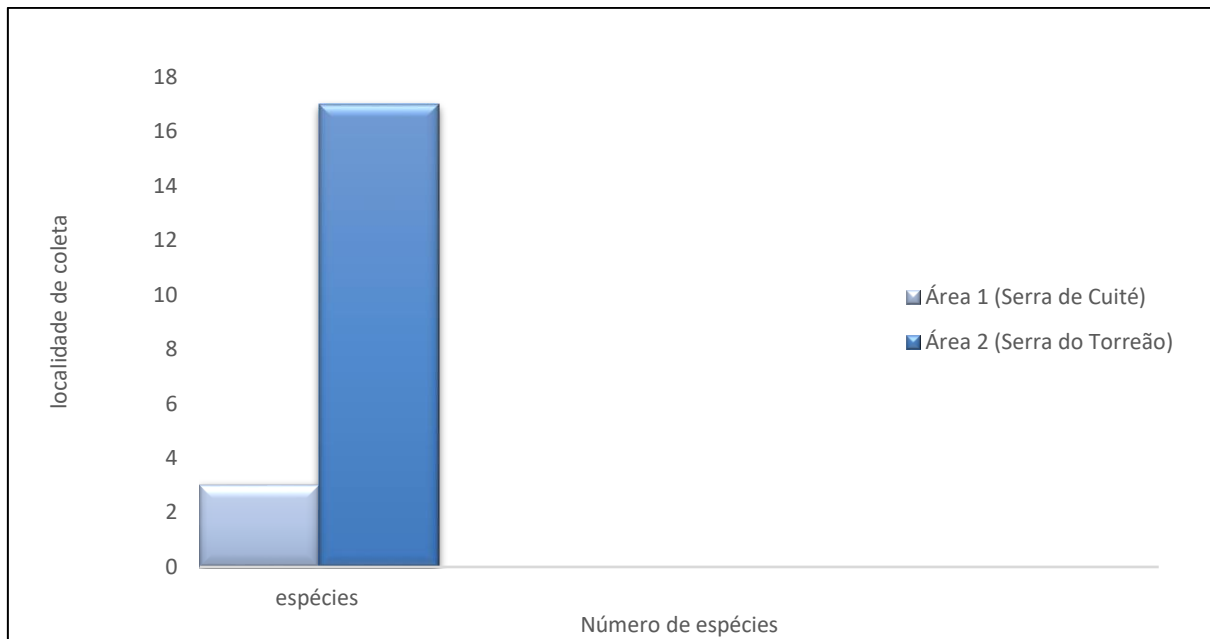


Figura 19 – Representatividade da quantidade de espécies identificadas em relação a localidade de coleta, Área I (Serra de Cuité/PB) e Área II (Serra do Torreão/RN). Fonte: autor.

Os maiores registros dos fungos gasteroides foram obtidos entre os meses de fevereiro a abril, e julho, de ambos os anos, coincidindo com os maiores registros pluviométricos em ambas as regiões (figura 20), demonstrando a propensão deste grupo a períodos de maior incidência pluviométrica.

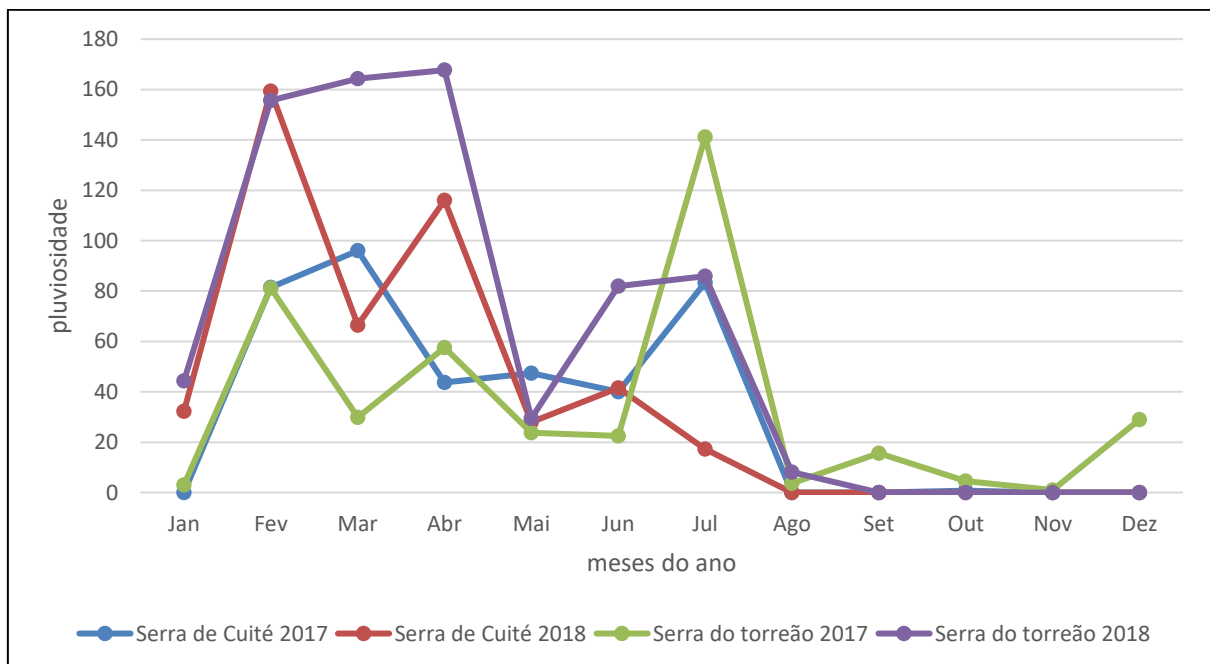


Figura 20 – Pluviosidade das áreas Serra de Cuité/PB e Serra do Torreão/RN no período de 2017/2018. Fonte: AESA, 2018 (dados referente ao estado da Paraíba) e EMPARN, 2018 (dados referente ao estado do Rio Grande do Norte).

Nesse sentido, o estado da Paraíba registrou pluviosidade média anual de 392,7 mm em 2017 e 460,8 mm em 2018, bem abaixo da média anual 735 mm apresentada nos últimos anos (AESAs, 2018). Isto provavelmente interferiu no aparecimento de fungos gasteroides e consequentemente no número diminuto de espécies coletadas para o referido ano. O estado do Rio Grande do Norte registrou pluviosidade média anual de 413,1 mm em 2017 e 737,9 mm em 2018, esse último acima da média anual que é de 648,6 mm (EMPARN, 2018). Embora o esforço amostral tenha sido basicamente o mesmo para as duas áreas, obteve-se maior número de coletas nessa área de coleta.

Apesar de tais características indicarem uma maior diversidade da Serra do Torreão em relação a Serra de Cuité, entretanto, vale salientar que a Serra de Cuité apresenta propícios índices de umidade, temperatura, pluviosidade e uma considerável altitude (750 m acima do nível do mar), quase 600 metros a mais que a Serra do Torreão. O ideal é que futuros estudos sejam realizados nessa área para ampliação e confirmação dos dados.

Com relação ao substrato em que as espécies foram encontradas, a maioria das espécies 47%, foram encontradas na areia. As espécies foram: *Bovista pusilla*, *B. delicata*, *Calvatia* sp. nov.1, *C. sp. nov.2*, *C. fragilis*, *Tulostoma* aff. *longii*, *T. fusipes*, *T. gracilipes* e *T. psilophilum*; 37%. Em solo humoso/serrapilheira, as espécies foram: *Calvatia caatinguensis* sp. nov., *C. cyathiformis*, *Cyathus* sp. nov., *Disciseda bovista*, *D. verrucosa*, *Geastrum floriforme* e *G. sp. nov.*; 11%. Em esterco, as espécies foram: *Cyathus stercoreus* e *Sphaerobolus stellatus*. E 5% em solo pedregoso: *Podaxis pistillaris* (figura 21).

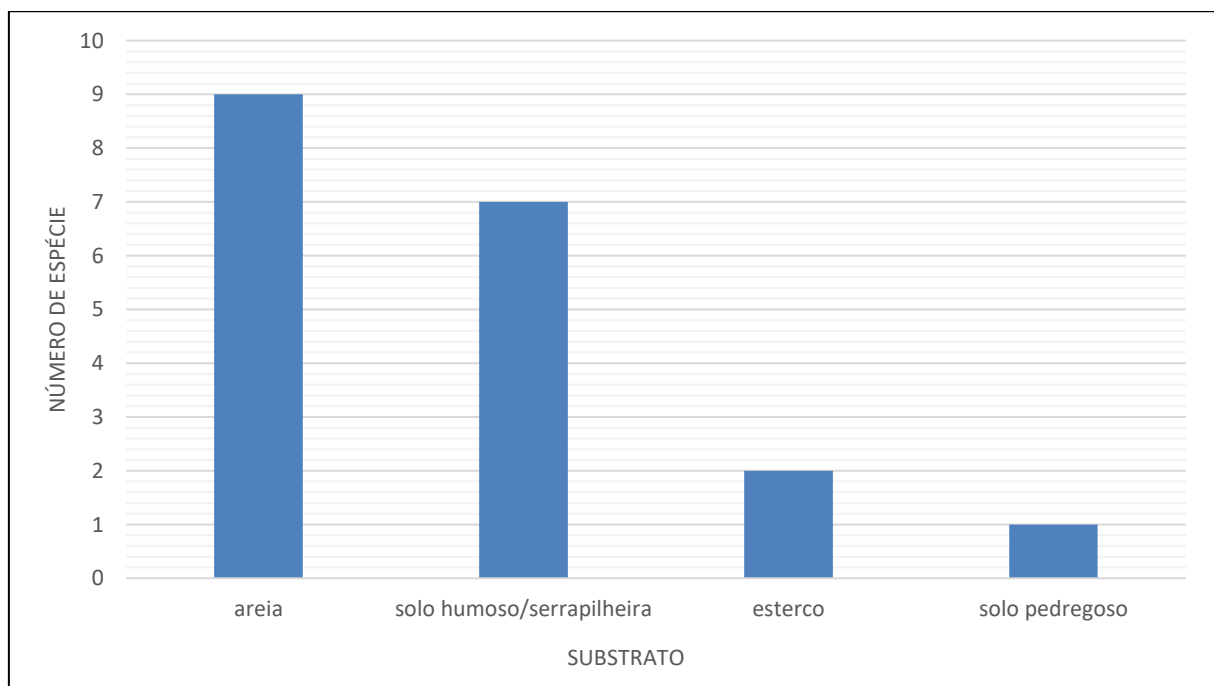


Figura 21 – Número de espécies registradas por substrato. Fonte: autor.

Com relação aos dados observados, constata-se no presente estudo, que mais de 80% dos fungos foram encontrados nos substratos areia e solo humoso/serapilheira. Segundo Alves et al., (2006) a considerável quantidade de substrato nos solos da Caatinga deve-se a estratégia utilizada pelas espécies vegetais em resposta aos longos períodos de estresse hídricos, causando conseqüentemente a queda de folhas, e a deposição nos solos.

5.2. DESCRIÇÕES DOS GÊNEROS E ESPÉCIES DE FUNGOS GASTEROIDES ESTUDADOS

5.2.1 Descrições das espécies

5.2.1.1 Agaricaceae Chevall., Fl. gén. env. Paris (Paris) 1: 121 (1826)

Bovista Pers., Neues Mag. Bot. 1: 86 (1794)

Espécie tipo: *Bovista plumbea* Pers.

Sinônimos:

Piesmycus Raf., Med. Repos., ser. 2 5: 355 (1808)

Piemycus Raf., (1813)

Sackea Rostk., in Sturm, Deutschl. Fl., 3 Abt. (Pilze Deutschl.) 5: 33 (1844)

Globaria Quél., Mém. Soc. Émul. Montbéliard, Sér. 2 5: 370 (1873)

Pseudolycooperdon Velen., Novitates Mycologicae Novissimae: 93 (1947)

Este gênero foi estabelecido por Persoon em (1794). Nas últimas décadas Kreisel (1967) considerava 45 espécies, atualmente são apresentadas cerca de 60 espécies (KIRK, 2008; REBRIEV, 2016). Apresenta como principais características exoperídio liso, raramente verrugoso, frágil e, muitas vezes, descamando quando maduro, endoperídio liso ou papiráceo, de marrom escuro a quase branco, deiscência por um poro apical, gleba pulverulenta, inicialmente branca, marrom-azeitona a castanho-escuro, subgleba geralmente pouco desenvolvida ou ausente, sempre de tecido compacto, diafragma sempre ausente, basidiósporos globosos a ovóides, quase lisos a verrucosos, com pedicelos curtos a longos, basídios como na família, capilício de tipo *Bovista*, intermediários para o tipo *Lycoperdon*, com ou sem poros, paracapilício na sua maioria ausente na maturidade, exoperídio composto geralmente de duas camadas (MILLER & MILLER, 1988; KREISEL, 1967; PEGLER et al. 1995; CALONGE,

1998). Neste estudo são apresentadas 2 espécies, sendo uma para o estado do Rio Grande do Norte e uma para a Paraíba.

Bovista pusilla (Batsch) Pers., Syn. meth. fung. (Göttingen) 1: 138 (1801)

Basiônimo:

Lycoperdon pusillum Batsch 1789

Synônimos:

Lycoperdon pusillum Batsch, Elench. fung., cont. sec. (Halle): 123, tab. 41, fig. 228 (1789)

Globaria pusilla (Batsch) Quéll., Mém. Soc. Émul. Montbéliard, Sér. 2 5: 371 (1873)

Pseudolycoperdon pusillum (Batsch) Velen., Novit. Mycol. Nov., (Op. Bot. Čech.): 93 (1947)

Lycoperdon polymorphum var. *pusillum* (Batsch) F. Šmarda, Fl. ČSR, B-1, Gasteromycetes: 238 (1958)

Figura 22

Basidioma gregário, com 9 mm de altura × 18 mm de diâmetro, globoso a subgloboso. **Perídio** formado por duas camadas, 0,07 – 0,18 mm de espessura. **Exoperídio** branco a amarelo esbranquiçado (1A1,1A2), granuloso, evanescente. **Endoperídio** branco amarelado para amarelo oliva (3A3,3C8), papiráceo, frágil, lacerando longitudinalmente na maturidade a partir de um poro apical irregular expondo a gleba. **Gleba** de cor amarelo acinzentado para amarelo oliva (3B5,3C8) quando madura, lanosa a pulverulenta. **Subgleba** e **rizomorfa** ausentes. **Basidiósporos** castanho claro em KOH 5%, não dextrinóide, acianofílico, globosos, sublisos em MO e levemente verrugosos em MEV, 3,6 – 5,1 µm de altura × 3,5 – 4,7 µm de diâmetro [$\chi = 4,1 \pm 0,3 \times 3,9 \pm 0,3$, $Q_m = 1,05$; n = 20], pedicelos curtos 0,67 – 1,41 µm de comprimento. **Basídios** não observados. **Capilício** tipo *Lycoperdon* 1,62 – 3,49 µm de diâmetro, castanhos em KOH 5%, parede ≤ 0,67 µm de espessura, incrustada, poros irregulares 0,5 – 1,5 (1,8) µm diâm, ramificação dicotômica frequente, raramente septado, extremidade truncada. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** composto de células globosas a irregulares 8,20 – 22,60 µm de altura × 4,30 – 14,42 µm de diâmetro, parede ≤ 1,15 µm, hialino em KOH 5%, dextrinóide, hifas medindo 2,03 – 5,09 µm de diâmetro, hialino em KOH 5%, parede ≤ 1,03 µm. **Endoperídio** composto por hifas 1,57 – 4,01 µm, castanhas em KOH 5%, parede ≤ 0,73 µm, septos e ramificação presentes.

Substrato: areia

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: Europa, América central, América do Norte, América do Sul (KREISEL, 1967).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 5°31'57.1"S 35°50'34.3"W, 200m de altura, 04 de julho de 2017, Oliveira, R.L., R40a (UFRN-Fungos 3068).

Comentários: *Bovista pusilla* caracteriza-se por exoperídio granuloso formado por elementos hifálicos e pseudoparenquimatoso, endoperídio papiráceo, subgleba ausente, basidiósporos sublisos a levemente verrugosos em MO e levemente verrugoso em MEV, pedicelos curtos, e capilícios do tipo *Lycoperdon*. Esta espécie se enquadra no subgênero *Globaria* por apresentar capilícios tipo *Lycoperdon* ou intermediário e dentro da Série *Pusillae* por apresentar capilícios com poros pequenos a grandes e ausência de subgleba (KREISEL, 1967), *Bovista pusilla* é morfológicamente similar a *B. limosa* Rostr, entretanto, *B. limosa* apresenta peristômio delimitado com uma depressão e pedicelos maiores 3 – 8 µm (LARSSON et al, 2009), Outras espécies como *Bovista glacialis* Kreisel, *B. gunnii* (Berk.) Kreisel e *B. delicata* Berk. & M.A. Curtis podem ser confundidas com *Bovista pusilla*. Entretanto, *B. glacialis* diferencia-se por apresentar basidiósporos fortemente verrugosos e *B. gunnii* por apresentar pedicelos longos 5,8 – 11,6 µm e *B. delicata* apresenta esporos menores 3,3 – 4.4 µm diâm (KREISEL, 1967). Este é o primeiro registro para a Caatinga e para o Rio Grande do Norte.

Bovista pusilla

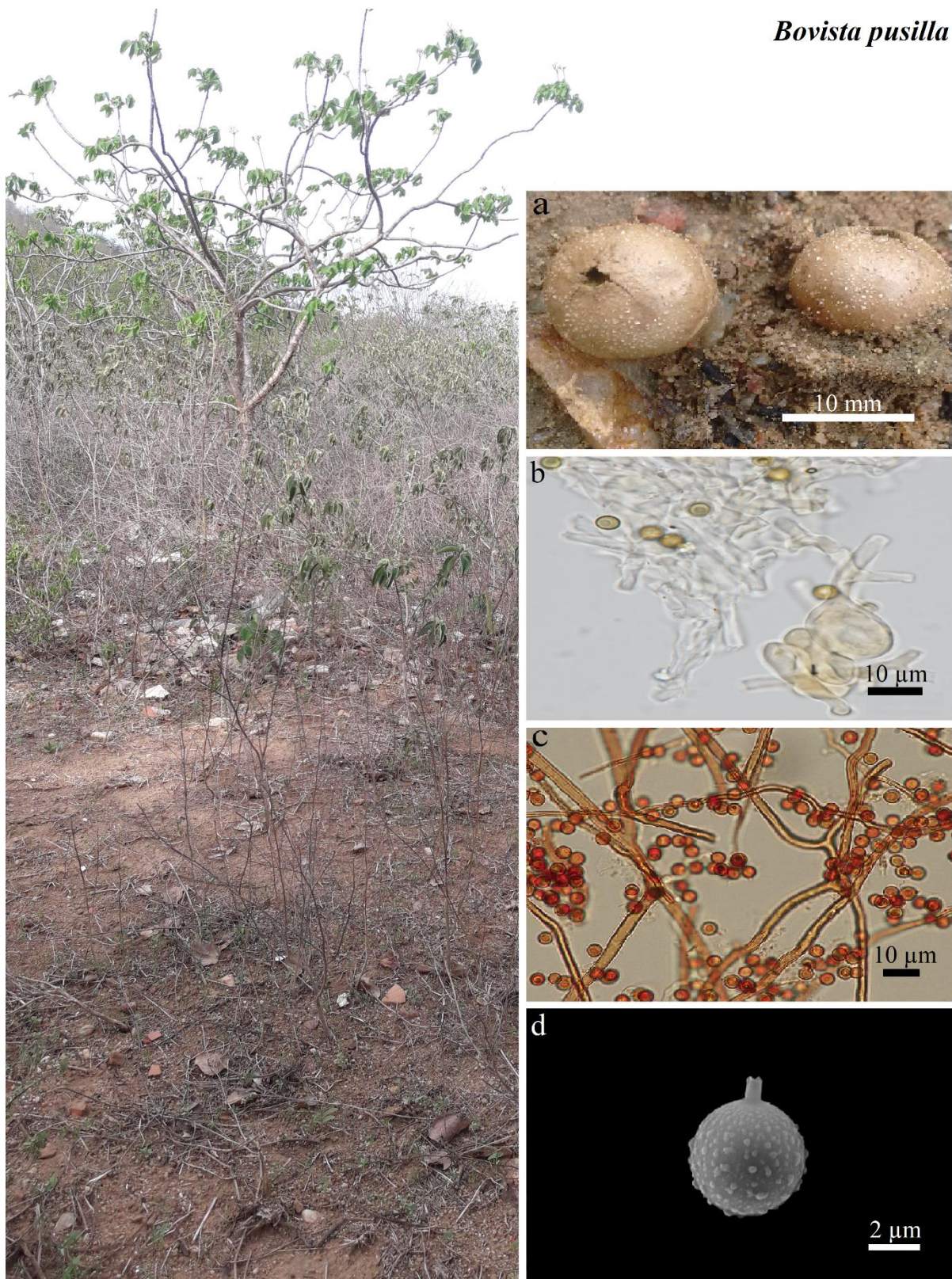


Figura 22 – *Bovista pusilla* a) basidioma maduro; b) exoperídio; c) capilício; d) basidiósporos.
 Fonte: autor.

Bovista delicata Berk. & M.A. Curtis, Proc. Amer. Acad. Arts & Sci. 4: 124 (1858)

Figura 23

Basidioma gregário, com 7 – 12 mm de altura × 8 – 13 mm de diâmetro, globoso a subgloboso. **Perídio** formado por duas camadas, 0,04 mm de espessura. **Exoperídio** amarelo acinzentado (4C7), espinhoso, evanescente. **Endoperídio** branco a marrom oliva (1A1,4F8), papiráceo, frágil, lacerando longitudinalmente na maturidade a partir de um poro apical irregular expondo a gleba. **Gleba** marrom oliva (4E5) quando madura, lanosa a pulverulenta. **Subgleba** ausente. **Rizomorfa** branca (1A1). **Basidiósporos** hialinos em KOH 5%, dextrinóide e cianofílico, globoso, sublisos em MO e moderadamente verrugoso em MEV, 3,54 – 4,36 µm de altura × 3,33 – 4,16 µm de diâmetro [$\chi = 3,9 \pm 0,2 \times 3,8 \pm 0,2$, $Q_m = 1,03$; $n = 20$], pedicelos curtos 0,5 – 0,97 µm de comprimento. **Basídios** não observados. **Capilício** tipo *Lycoperdon* 1,57 – 4,24 µm de diâmetro, elástico, castanho claro em KOH 5% não dextrinóide, parede ≤ 0,87 µm, levemente incrustada, poros irregulares 0,5 – 1.1 µm diâm, frequentes e irregulares, ramificação dicotômica, não septado, extremidade truncada. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** composto de esferocistos globosos, subglobosos, piriformes a irregulares 10,11 – 21,34 µm de altura × 5,46 – 15,06 µm de diâmetro, parede ≤ 1,34 µm, hialino em KOH 5%, dextrinóide; hifas medindo 2,84 – 6,6 µm, parede ≤ 1,13 µm, hialino em KOH 5%, dextrinóide. **Endoperídio** composto por hifas 2,69 – 5,03 µm, parede ≤ 0,77 µm, septos e ramificação presentes, castanhas em KOH 5%, não dextrinóide.

Substrato: areia

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: América do Norte, América Central, América do Sul, Europa, Ásia (KREISEL, 1967)

Material examinado: Brasil, Paraíba, Cuité, Serra de Cuité, próximo à trilha, 6°29'53.0"S 36°09'48.1"W, 645m de altura, 17 de junho de 2017, Oliveira, R.L., R38 (UFRN-Fungos 3070).

Comentários: *Bovista delicata* apresenta como características principais a presença de exoperídio espinhoso, evanescente, formado por elementos hifálicos e pseudoparenquimatoso, endoperídio papiráceo, subgleba ausente, basidiósporos sublisos a moderadamente verrugosos e pedicelos curtos, capilícios do tipo *Lycoperdon*. Esta espécie se enquadra no subgênero *Globaria* por apresentar capilícios tipo *Lycoperdon* ou intermediário e dentro da Série *Pusillae* por apresentar capilícios com poros pequenos a grandes e ausência de subgleba (KREISEL, 1967). Esta espécie é morfológicamente próxima a *Bovista glacialis*, *B. gunni* e *B. pusilla*.

Entretanto, *B. glacialis* diferencia-se por apresentar basidiósporos fortemente verrugosos, *B. gunni* por apresentar pedicelos longos de 5,8 – 11,6 μm , e *B. pusilla* pelos esporos maiores 3,3 – 5,5 μm (KREISEL, 1967). Este é o primeiro registro para o Brasil, para a Caatinga e para o estado da Paraíba.

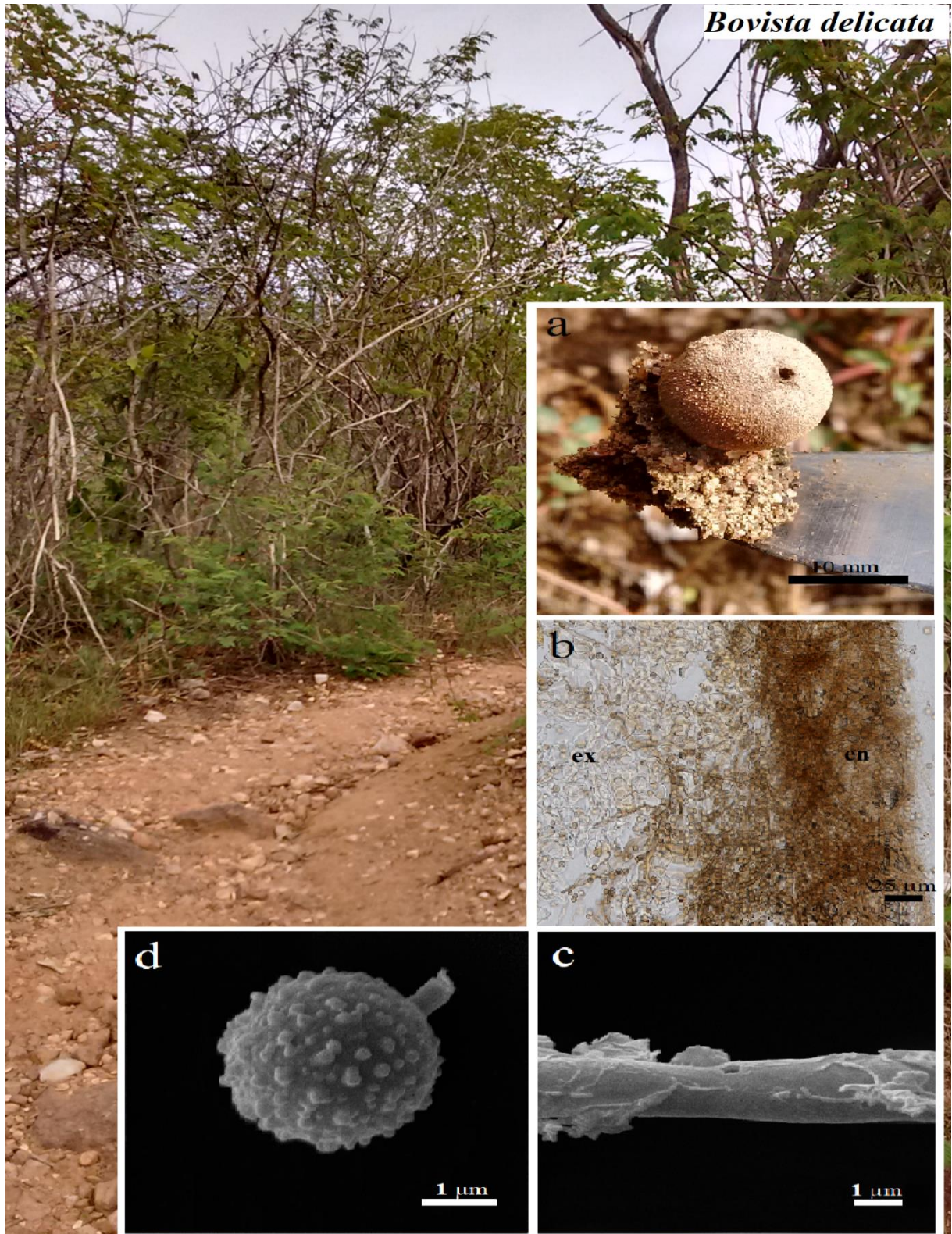


Figura 23 – *Bovista delicata* a) basidioma maduro; b) perídio (En: Endoperídio, Ex: exoperídio); c) capilício; d) basidiósporo. Fonte: Fotos do autor.

Calvatia Fr., Summa veg. Scand., Sectio Post. (Stockholm): 442 (1849)

Espécie tipo: *Calvatia craniiformis* (Schwein.) Fr.

Synônimos:

Hippoperdon Mont., Anns Sci. Nat., Bot., sér. 2 17: 121 (1842)

Hypoblema Lloyd, Mycol. Writ. 1(Gen. Gasteromycetes): 11 (1902)

Omalycus Raf., Précis Découv. Trav. Somnologiques Palermo: 52 (1814)

Este gênero foi estabelecido por Fries em 1849. Compreende cerca de 40 espécies (KIRK, 2008). Tem como características principais basidiomas subglobosos a piriformes, exoperídio composto de duas camadas, uma externa com esferocistos e outra interna filamentosa, endoperídio filamentoso, deiscência por ruptura da porção apical em direção à base, gleba sem columela, subgleba reduzida ou bem desenvolvida, fibrosa a celular, capilício frágil, septados, tipo *Lycoperdon*, com ou sem septos, com poros ou fissuras, basidiósporos globoso a elípticos. (CUNNINGHAM, 1944; KREISEL, 1994; CALONGE, 1998). Neste estudo são apresentadas 5 espécies para o estado do Rio Grande do Norte.

Calvatia caatinguensis R.L.Oliveira, R.J. Ferreira, B.D.B. Silva, M.P. Martín & Baseia, sp. nov.

Figura 24

Basidioma solitário, 45 – 58 mm altura × 35 – 40 mm diâmetro, piriforme a turbiniforme. **Exoperídio** tomentoso, evanescente, marrom acinzentado (7E3), na base com areia incrustada na maturidade. **Mesoperídio** membranoso, liso, amarelo acinzentado a marrom (4B4, 5F5) na maturidade. **Endoperídio** tomentoso, persistente na porção basal, marrom-oliva a marrom (4E3, 5E4). **Gleba** inicialmente compacta, branco a branco amarelado (4A1, 4A2), tornando-se lanosa a pulverulento, cinzento acastanhado a castanho escuro (5D2, 9F4) na maturidade. **Subgleba** bem desenvolvida ocupando dois terços do basidioma, quando madura apresenta cor amarelo pálido na base e marrom escuro em direção ao ápice (4A3, 6F8), apresentando uma faixa de cor diferente, branco amarelado (4A2) no ápice da subgleba. **Basidiósporos** hialinos em KOH 5%, dextrinoide e acianofílico, subgloboso, equinulado, 5,4 – 7,4 µm × 5,1 – 6,7 µm [$\chi = 5,9 \pm 0,5 \times 5,6 \pm 0,4$; $Q_m = 1,06$; $n = 20$], pedicelos presentes em alguns esporos, $\leq 1,09$ µm. **Capilício** tipo *Lycoperdon*, 2,7 – 4,5 µm diâmetro com paredes regulares $\leq 0,88$ µm espessa, reta, frequentemente ramificado, septado, com pequenos e numerosos poros circulares,

hialinos em KOH 5%, dextrinoide. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** com hifas medindo 2,7 – 4,5 μm , paredes regulares $\leq 0,7 \mu\text{m}$, grossa, reta, raramente ramificado e septado, hialino em KOH 5%, e não dextrinoide. **Endoperídio** com hifas medindo 2,8 – 5,1 μm espessura, paredes regulares $\leq 1,16 \mu\text{m}$, espessa, reta, ramificada, frequentemente septada, castanha clara em KOH 5%, dextrinoide; presença de micosclereídes globosos, subglobosos, piriformes, triangulares, ovóides, elipsóides ou retangulares, presentes na porção apical, 14,4 – 29,5 $\mu\text{m} \times 7,6 – 17,8 \mu\text{m}$, com paredes regulares $\leq 1,35$ espessa, lisa. **Subgleba** com hifas medindo 2,3 – 4,2 μm diâmetro, paredes regulares $\leq 1,2 \mu\text{m}$ de espessura, curvadas, ramificadas, septadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide. **Rizomorfias** com hifas medindo 2,5 – 6,2 μm diâmetro, paredes regulares $\leq 1,3 \mu\text{m}$ de espessura, curvadas, ramificadas, septadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide.

Etimologia: em referência ao bioma em que foi encontrado - Caatinga.

MycoBank: MB 824127

Substrato: solo/serrapilheira.

Hábito: solitário ou dois basidiomas

Distribuição da espécie: Brasil, estado do Rio Grande do Norte.

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 5°31'48.1"S 35°50'38.9"W, 237m de altura, 17 de fevereiro de 2017, Coletor Oliveira, R.L., R02 (UFRN fungos 2945 **holótipo**)

Comentários: Baseado em caracteres morfológicos, está próximo de algumas outras espécies de *Calvatia*, como *C. fragilis*, *C. crucibulum* (Mont.) Kreisel, *C. lilacina*, e *C. cyathiformis*. *Calvatia fragilis* tem capilício tipo *Lycoperdon* com numerosos poros pequenos e circulares, no entanto, *C. fragilis* não tem subgleba ou é reduzida, e os basidiósporos são menores e finamente equinulados (MORGAN, 1890; SILVEIRA, 1943). *Calvatia crucibulum* uma espécie relatada apenas por Kreisel (1992, 1994), tem características morfológicas semelhantes, como um capilício com pequenos e numerosos poros, gleba lanosa e exoperídio fino, no entanto, nessas publicações, o autor não descreve algumas estruturas macroscópicas (subgleba) e microscópicas (basidiósporos), o que dificulta a comparação. No presente estudo estas duas espécies estão bem separadas pela sequência de (ITS nrDNA) (apêndice 1). *Calvatia lilacina* é outra espécie morfológicamente próxima de *Calvatia caatinguensis* sp. nov, principalmente pela distinta faixa colorida no ápice da subgleba, no entanto, *C. lilacina* possui basidiósporos menores 3 – 5 μm verrugoso a espinoso (BOTTOMLEY, 1948). Nas décadas recentes, *C.*

fragilis and *C. lilacina* foram considerados por alguns pesquisadores como sinônimos de *C. cyathiformis* (BOTTOMLEY, 1948; LIU, 1984; ZELLER & SMITH, 1964; MOYERSOEN & DEMOULIN, 1996; POUMARAT, 2003; WARTCHOW & SILVA, 2007), e outros estudiosos consideraram *C. lilacina* como sinônimo de *C. fragilis* (KREISEL 1992, 1994). *Calvatia cyathiformis* é reconhecida pela gleba violácea, pulverulenta, basidiósporos verrugosos para equinulados, subgleba celular e bem desenvolvida, capilícios longos, ramificados e com numerosos poros circulares (DISSING & LANGE, 1962; ZELLER & SMITH, 1964). Esta espécie foi relatada em várias partes do mundo (MORGAN, 1890; DISSING & LANGE, 1962; ZELLER & SMITH, 1964; LIU, 1984; MOYERSOEN & DEMOULIN, 1996; POUMARAT, 2003), incluindo o Brasil (SILVEIRA, 1943; VIÉGAS, 1945; WARTCHOW & SILVA, 2007). *Calvatia cyathiformis* é caracterizada por uma variação morfológica marcante de basidiósporos e capilício, contudo, *Calvatia caatinguensis* sp.nov possui uma faixa de cor distinta no ápice da subgleba, além de acentuada incrustação no exoperídio basal quando madura, não encontrada em *C. cyathiformis*. Dados morfológicos e moleculares fornecem forte suporte para considerar *C. Caatinguensis* sp. nov. como uma espécie boa e nova. Este é o primeiro registro para a ciência.



Figura 24 – *Calvatia caatinguensis* sp. nov. a) basidioma imaturo; b) corte basidioma maturo; c) basidioma maturo; d) capilício e) basidiósporo. Fonte: autor.

Calvatia cyathiformis (Bosc) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890)

Basiônimo:

Lycoperdon cyathiforme Bosc 1811

Synônimos:

Lycoperdon cyathiforme Bosc, Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 5: 87 (1811)

Calvatia cyathiformis (Bosc) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890) subsp. *cyathiformis*

Calvatia cyathiformis (Bosc) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890) f. *cyathiformis*

Lycoperdon fragile Vittad., Mém. R. Accad. Sci. Torino, Ser. 2 5: 180 (1843)

Utraria fragilis Quéél., Compt. Rend. Assoc. Franç. Avancem. Sci. 14(2): 451 (1886)

Calvatia fragilis (Quéél.) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890)

Calvatia cyathiformis subsp. *fragilis* (Quéél.) Dring, Mycol. Pap. 98: 38 (1964)

Calvatia cyathiformis f. *fragilis* (Quéél.) A.H. Sm., Lloydia 27: 150 (1964)

Figura 25

Basidioma solitário, 48 mm altura × 28 mm largura, turbiniforme. **Exoperídio** coriáceo, fino, evanescente, branco (3A1). **Mesoperídio** papiráceo, evanescente, amarelo branco, marrom acinzentado, marrom escuro (4A2,5D3,6F5). **Endoperídio** tomentoso marrom oliva (6E4). **Gleba** lanosa a compacta, magenta acinzentado (14E3) na maturidade. **Subgleba** bem desenvolvida, celular, amarelo pálido a amarelo acinzentado (3A3,4B4). **Basidiósporos** castanho avermelhado em KOH 5%, não dextrinoide e acianofílico, subgloboso, equinulado, 5,7 – 7,5 µm × 5,5 – 7,2 µm [$\chi = 6,7 \pm 0,5 \times 6,4 \pm 0,5$; $Q_m = 1,05$; n = 20], pedicelos presentes em alguns esporos. **Capilício** tipo *Lycoperdon*, 1,88 – 4,32 µm diâmetro, paredes regulares, ≤ 0,87 µm, finas, retas, freqüentemente ramificadas, septadas com pequenos e numerosos poros circulares, castanho em KOH 5%, não dextrinoide. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** com hifas medindo 3,26 – 6,96 µm, paredes regulares, ≤ 1,38 µm, finas, retas, raramente septadas, não ramificadas, hialinas em KOH 5%, não dextrinoide. **Endoperídio** com hifas medindo 2,56 – 5,22 µm de diâmetro, paredes regulares, ≤ 0,81 µm finas, retas, ramificadas, frequentemente septadas, castanho em KOH 5%, não dextrinoide, presença de micosclereídes na porção apical com forma globosa, subglobosa a irregular, 9,36 – 29,56 µm de altura × 4,27 – 17,12 µm de diâmetro, com paredes regulares, ≤ 1,34 µm grossas, retas. **Subgleba** com hifas medindo 2,32 – 4,32 µm de diâmetro, com paredes regulares, ≤ 1,06 µm finas, curvas, ramificadas, não

septadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide. **Rizomorfas** com hifas medindo 2,49 – 6,22 µm diâmetro, paredes regulares, ≤ 1,35 µm, finas, curvadas, ramificadas, septadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide.

Substrato: solo/serrapilheira

Hábito: gregário

Distribuição: África (BOTTOMLEY, 1948), América do Sul (SILVEIRA, 1943; RICK, 1961; KREISEL, 1994; BASEIA, 2003; SOBESTIANSKY, 2005; DE MEIJER, 2006; CORTEZ et al., 2012), Europa (CALONGE, 1998; BATES et al., 2009).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo á trilha, 5°31'48.1"S 35°50'38.9"W, 237m de altura, 17 de fevereiro de 2017, Coletor Oliveira, R.L., R06 (UFRN fungos 3036)

Comentários: *Calvatia cyathiformis* apresenta como principais características exoperídio coriáceo, fino, mesoperídio papiráceo, evanescente, endoperídio tomentoso, gleba lanosa a compacta, magenta acinzentado na maturidade, subgleba bem desenvolvida, celular, amarelo pálido a amarelo acinzentado, capilícios ramificados e com numerosos poros circulares, basidiósporos subglobosos, equinulados. Esta espécie é caracterizada por uma variação morfológica marcante de basidiósporos e capilícios (MORGAN, 1890; DISSING & LANGE, 1962; ZELLER & SMITH, 1964; LIU, 1984; MOYERSOEN & DEMOULIN, 1996; POUMARAT, 2003). *Calvatia cyathiformis* é uma espécie típica da Seção *hipperdon* (KREISEL, 1994), baseada na morfologia, esta espécie está próxima a *Calvatia fragilis* (Quél.) Morgan, *Calvatia lilacina* (Mont. & Berk.) Henn. e *Calvatia caatinguensis* sp. nov. Entretanto, *Calvatia fragilis* distingue-se por apresentar subgleba reduzida e basidiósporos menores com ornamentação finamente equinulada (MORGAN, 1890; SILVEIRA, 1943), *Calvatia lilacina* se diferencia por apresentar basidiósporos menores e ornamentação verrugosa a espinhosa (BOTTOMLEY, 1948), *Calvatia caatinguensis* sp. nov. é outra espécie morfológicamente próxima de *Calvatia cyathiformis*, contudo, *C. caatinguensis* sp. nov. possui uma faixa de cor distinta no ápice da subgleba, além de acentuada incrustação no exoperídio basal quando madura.



Figura 25 – *Calvatia cyathiformis*. a) basidioma imaturo; b) basidioma maturo; c) hifas do exoperídio; d) capilício; e) basidiósporos. Fonte: Fotos do autor.

Calvatia fragilis (Quél.) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890)

Basiônimo:

Utraria fragilis Quél. 1886

Synônimos:

Lycoperdon cyathiforme Bosc, Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 5: 87 (1811)

Calvatia cyathiformis (Bosc) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890) subsp. *cyathiformis*

Calvatia cyathiformis (Bosc) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890) f. *cyathiformis*

Lycoperdon fragile Vittad., Mém. R. Accad. Sci. Torino, Ser. 2 5: 180 (1843)

Utraria fragilis Quél., Compt. Rend. Assoc. Franç. Avancem. Sci. 14(2): 451 (1886)

Calvatia fragilis (Quél.) Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12(4): 168 (1890)

Calvatia cyathiformis subsp. *fragilis* (Quél.) Dring, Mycol. Pap. 98: 38 (1964)

Calvatia cyathiformis f. *fragilis* (Quél.) A.H. Sm., Lloydia 27: 150 (1964)

Figura 26

Basidioma gregário, 40 mm altura × 61 mm largura, globosa a subglobosa, superfície lisa, branca (3A1) quando imaturo, 20 – 33 mm altura × 75 – 111 mm largura, subglobosa, quando maduro. **Exoperídio** coriáceo, evanescente, branco (1A1). **Mesoperídio** liso, papiráceo, evanescente, marrom acinzentado a marrom violeta (7D3,11D3,11E4,11F4). **Endoperídio** tomentoso, frágil, marrom acinzentado a marrom avermelhado (9D3,9D4). **Gleba** pulverulenta, não persistente na maturidade, marrom acinzentado a marrom violeta (9D3,11E4,11F4), na maturidade. **Subgleba** reduzida, compacta, amarelo escuro a avermelhada (5D4,9E4). **Basidiósporos** hialinos em KOH 5%, dextrinoide, cianofílico, globoso, espinhoso, 4,7 – 5,5 µm × 4,5 – 5,4 µm [$\chi = 5.1 \pm 0,2 \times 4,9 \pm 0,2$; $Q_m = 1,04$; $n = 20$], pedicelos presentes em alguns esporos, ≤ 1,40 µm. **Capilício** tipo *Lycoperdon*, 1,99 – 3,92 µm diâmetro, hifas com paredes regulares, ≤ 0,92 µm, finas, retas, freqüentemente ramificadas, septadas, e com pequenos e numerosos poros circulares, hialinas em KOH 5%, dextrinoide. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** com hifas medindo 2,92 – 5,08 µm, paredes regulares, ≤ 0,82 µm, finas, onduladas, septadas, ramificadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide. **Mesoperídio** com presença de esferocistos globosos, subglobosos a irregulares, 15,36 – 46,75 µm de altura × 11,38 – 39,3 µm de diâmetro, com paredes regulares ≤ 1,11 µm. **Endoperídio** com hifas medindo 2,17 – 4,80 µm, paredes regulares, ≤ 0,88 µm, finas, onduladas, ramificadas, septadas, hialinas em KOH

5%, dextrinoide. **Subgleba** com hifas medindo 1,95 – 5,08 μm , paredes regulares, $\leq 1,02 \mu\text{m}$, finas, onduladas, ramificadas, não septadas, amarelo pálido em KOH 5%. **Rizomorfias** com hifas medindo 2,56 – 5,89 μm , paredes regulares, $\leq 0,86 \mu\text{m}$, finas, retas, não ramificadas, septadas, hialinas em KOH 5%, não dextrinoide.

Substrato: areia

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: América do Norte (BATES et al., 2009; ZELLER & SMITH, 1964); América do Sul (CORTEZ et al., 2012; SILVEIRA, 1943; GUERRERO & HOMRICH, 1999)

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 5°31'58.0"S 35°50'35.3"W, 200m de altura, 17 de fevereiro de 2017, Coletor Oliveira, R.L., R45 (UFRN fungos 3037).

Comentários: *Calvatia fragilis* caracteriza-se por exoperídio coriáceo e evanescente, mesoperídio liso, papiráceo e evanescente, endoperídio tomentoso, gleba pulverulenta, não persistente na maturidade, marrom acinzentado a marrom violeta, subgleba reduzida, compacta, amarelo escuro a avermelhada, basidiósporos globoso e espinhoso. *Calvatia fragilis* é uma espécie típica da Seção *Hippoperdon* (KREISEL, 1994), baseada na morfologia, parece ser similar a *Calvatia cyathiformis* e *C. Lilacina*, entretanto, *C. cyathiformis* se diferencia por apresentar subgleba celular bem desenvolvida, persistente e basidiósporos fortemente verrugosos, medindo de 5 – 7 μm de diâmetro (SILVEIRA, 1943), e *Calvatia lilacina* por apresentar subgleba bem desenvolvida, persistente, celular, com diafragma, e basidiósporos medindo de 4 – 6,8 μm de diâmetro (VIEGAS, 1945; BOTTOMLEY, 1948).

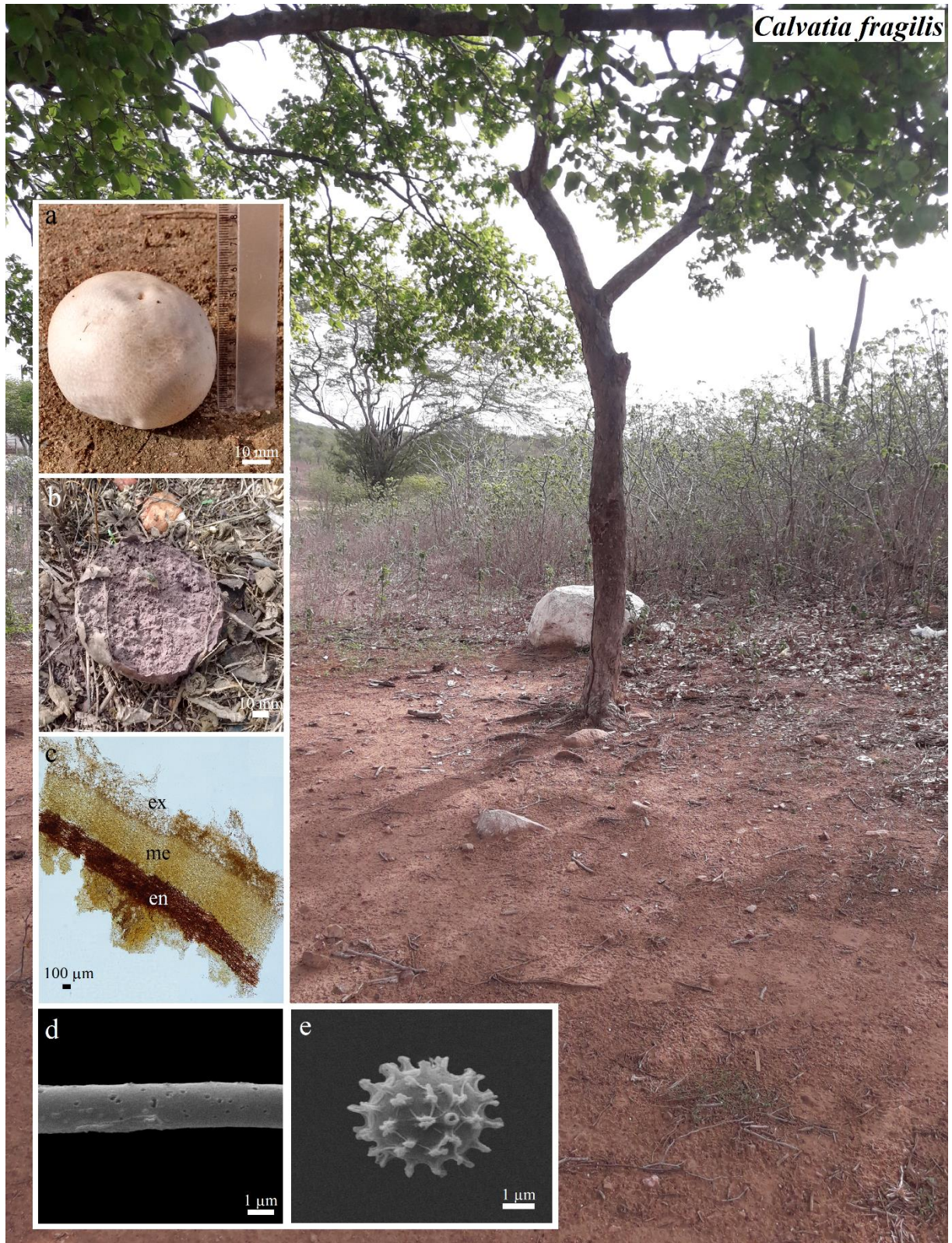


Figura 26 – *Calvatia fragilis*. a) basidioma imaturo; b) basidioma maturo; d) perídio (En: Endoperídio, Me: Mesoperídio, Ex: exoperídio); d) capilício; e) basidiósporo.

Fonte: autor.

Calvatia* sp. nov.1*Figura 27**

Basidioma solitário, 16 mm altura × 31 mm largura, subgloboso. **Exoperídio** tomentoso, fino, evanescente, marrom (6E4). **Mesoperídio** papiráceo, evanescente, persistente na base, castanho escuro (7F4). **Endoperídio** papiráceo, frágil, marrom oliva para marrom (4D6,6E4). **Gleba** pulverulenta, marrom, para marrom escuro (6E4, 6F4), na maturidade. **Subgleba** lanosa a compacta, reduzida ocupando menos de um terço do basidioma, marrom (6E7). **Basidiósporos** castanho avermelhado em 5% KOH, não dextrinoíde e acianofílico, globosos, verrugosos, 4,2 – 5,3 µm × 4,1–5,0 µm [$\chi = 4,7 \pm 0,3 \times 4,6 \pm 0,3$; $Q_m = 1,03$; $n = 20$], pedicelos presentes em raros esporos. **Capilício** tipo *Calvatia*, 1,94 – 3,3 µm diâmetro, hifas com paredes regulares, ≤ 0,79 µm, finas, retas, frequentemente ramificadas, septadas com grandes e numerosos poros circulares a irregulares, hialinas a castanho avermelhado em KOH 5% não dextrinoíde. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** com hifas medindo 2,99 – 5,2 µm, com paredes regulares, ≤ 1,14 µm, finas, retas, septada, não ramificada, hialina em KOH 5%, dextrinoíde (reação baixa). **Endoperídio** com hifas 2,55 – 5,81 µm diâmetro, com paredes regulares, ≤ 1,14 µm, finas, retas, ramificadas, raramente septadas, marrom em KOH 5%, não dextrinoíde, presença de micosclereídes na porção apical com forma globosa, subglobosa a irregular, 15,41 – 46,67 µm de altura × 4,56 – 17,15 µm de diâmetro, com paredes regulares, ≤ 1,42 µm espessas, retas. **Subgleba** com hifas 1,45 – 3,7 µm de diâmetro, com paredes regulares, ≤ 1,01 µm finas, retas para curvas, ramificadas, septadas, e com presença de nódulos regulares, marrom avermelhadas em KOH 5%, não dextrinoíde. **Rizomorfas** com hifas medindo 2,49 – 6,22 µm diâmetro, paredes regulares, ≤ 1,35 µm, finas, curvadas, ramificadas, septadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoíde.

Substrato: areia

Hábito: solitário

Distribuição da espécie: Brasil, estado do Rio Grande do Norte.

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, na trilha, 5°31'56.8"S 35°50'34.3"W, 202m de altura, 17 de fevereiro de 2017, Coletor Oliveira, R.L., R30 (UFRN fungos 3027, **holótipo**)

Comentários: Esta espécie apresenta como principais características exoperídio tomentoso, endoperídio papiráceo, gleba marrom, pulverulenta na maturidade, subgleba reduzida, lanosa, compacta, e com presença de nódulos, capilício tipo *Calvatia*, freqüentemente ramificado,

septado e com grandes e numerosos poros conspícuos e basidióporos verrugosos. *Calvatia* sp. nov.1 é uma espécie típica da Seção *Calvatia* (KREISEL, 1994), baseado na morfologia, parece ser similar a outras espécies de *Calvatia*, como *C. pyriformis* (Lév.) Kreisel, *C. craniiformis* (Schwein.) Fr., *C. subtomentosa* Dissing e M. Lange, *C. rugosa* (Berk. & MA Curtis) D.A. Reid, *Calvatia nodulata* Alfredo & Baseia. *Calvatia rugosa*, *C. craniiformis* e *C. pyriformis* assemelha-se a *Calvatia* sp. nov.1 por apresentar capilícios com grandes fossas conspícuas 1 – 3 µm de largura (KREISEL, 1992,1994), no entanto, *Calvatia craniiformis* apresenta esporos lisos a levemente verrugosos, subglobosos a globosos, e subgleba sem nódulos (KREISEL, 1994), *Calvatia rugosa* diferencia-se por possuir exoperídio granuloso, furfuráceo a subvelutíneo, endoperídio liso, membranoso, muito fino, <0,5 mm, subgleba lanosa a subcelular, atingindo até 2/3 da altura do basidioma. (KREISEL, 1994; CORTEZ, 2012), *Calvatia pyriformis* possui esporos verrugosos, elipsoides a subglobosos, porém, distancia-se de *C. sp. nov.1* por apresentar subgleba celular e hifas sem nódulos (KREISEL, 1994), *Calvatia subtomentosa* assemelha-se quanto ao tamanho dos basidiósporos (3,6 – 4,4 µm) e capilícios (3,6 – 5,8 µm), fragmentos muito ramificados, septados e bastante curtos, entretanto, distingue-se facilmente da *Calvatia* sp. nov.1 quanto à ornamentação dos basidiósporos equinulados, e pedicelos ausentes (DISSING & LANGE, 1962), além da ausência de grandes fossas conspícuas nos capilícios e nódulos na subgleba. *Calvatia nodulata* é outra espécie morfológicamente próxima de *Calvatia* sp. nov.1, principalmente pelos basidiósporos 3 – 5 µm diam., levemente verrucosos e capilício 2 – 4 µm diam, no entanto, *C. nodulata* possui exoperídio granuloso a piloso, subgleba ocupando metade dos basidiomas, desaparecendo na maturidade deixando uma cavidade oca, e capilício com nódulos espaçados (ALFREDO & BASEIA, 2014). Diante dos argumentos, essas características distintas encontradas em *Calvatia* sp. nov.1 dão um bom suporte ao estabelecimento de uma nova espécie. Este é o primeiro registro para a ciência.

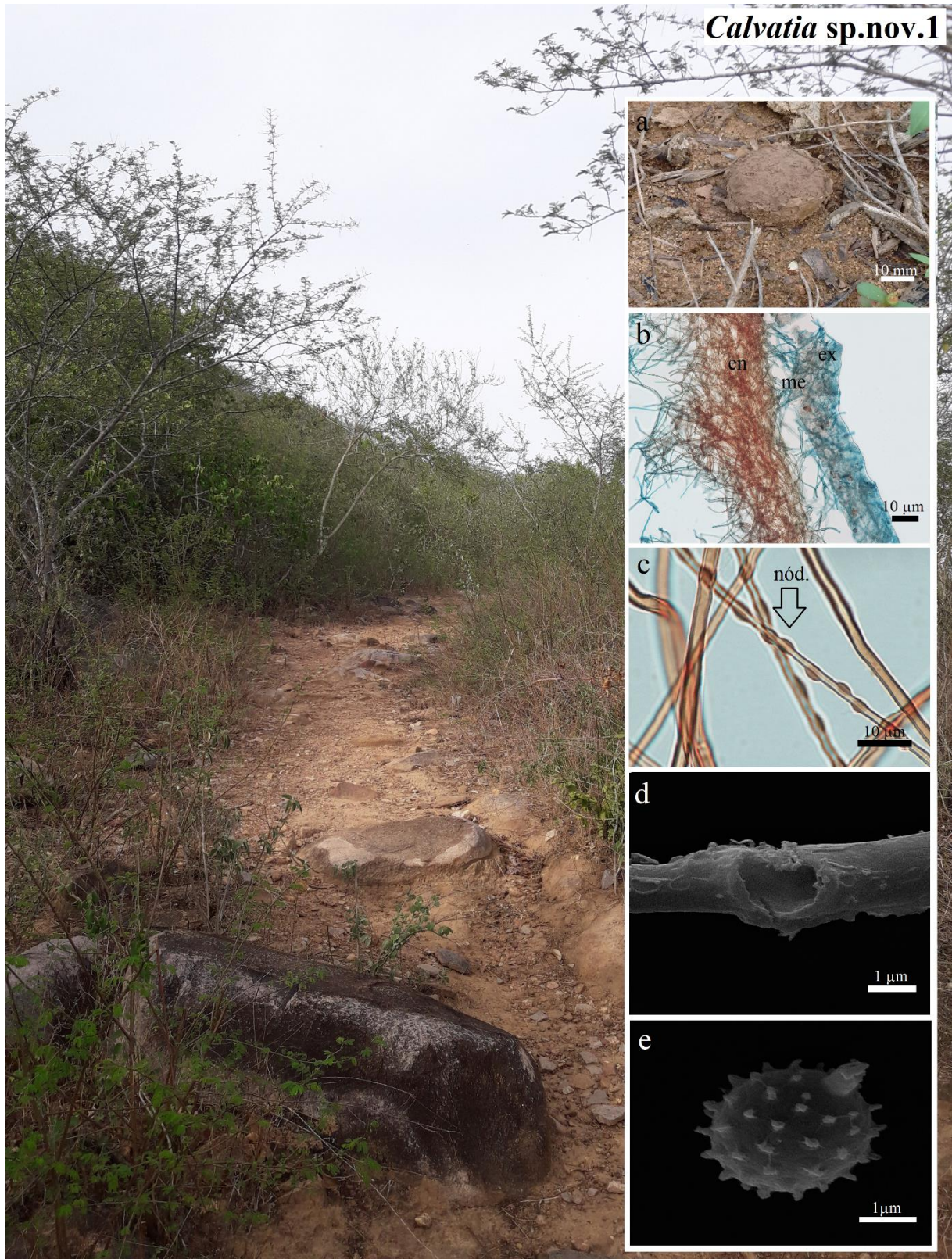


Figura 27 – *Calvatia* sp. nov.1 a) basidioma maduro; b) perídio (En: Endoperídio, Me: Mesoperídio, Ex: exoperídio); c) hifas da subgleba (nód: nódulos); d) capilício com poros; e.) basidiósporo. Fonte: autor.

Calvatia* sp.nov.2*Figura 28**

Basidioma solitário, 29 mm altura × 19 mm largura, piriforme. **Exoperídio** coriáceo, evanescente, amarelo acinzentado (4C5). **Mesoperídio** papiráceo, evanescente, castanho escuro (9F4). **Endoperídio** tomentoso, frágil, castanho escuro (6F4). **Gleba** pulverulenta, persistente na maturidade, marrom acinzentado (10F3), na maturidade. **Subgleba** reduzida, compacta, amarelo acinzentado (4B3). **Basidiósporos** marrom em 5% KOH, não dextrinoide e acianofílico, globosos, equinulados 5,8 – 6,6 µm × 5,2 – 6,5 µm [$\chi = 6.1 \pm 0,3 \times 5,9 \pm 0,3$; $Q_m = 1,04$; $n = 20$], pedicelos presentes em alguns esporos. **Capilício** tipo *Lycoperdon*, 2,34 – 4,13 µm diâmetro, hifas com paredes regulares, ≤ 1,02 µm, finas, retas, frequentemente ramificadas, septadas, com pequenas e numerosos poros circulares, hialinos em KOH 5%, dextrinoide (reação baixa). **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** com hifas medindo 3,15 – 6,42 µm, paredes regulares, ≤ 1,04 µm, finas, retas, septadas, não ramificadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide (reação baixa). **Endoperídio** com hifas medindo 2,69 – 4,58 µm diâmetro, parede regular, ≤ 0,77 µm, fina, reta, ramificada, não septada, marrom em KOH 5%, não dextrinóide, presença de micosclereídes na porção apical com forma globosa, subglobosa a irregular, 13,46 – 41,96 µm altura × 7,39 – 15,72 µm diâmetro, paredes regulares, ≤ 0,89 µm, grossas, retas. **Subgleba** com hifas medindo 2,53 – 3,87 µm de diâmetro, paredes regulares, ≤ 0,97 µm, finas, retas a onduladas, ramificadas, septadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide. **Rizomorfias** com hifas medindo 2,06 – 3,53 µm, paredes regulares, ≤ 0,74 µm, finas, onduladas, ramificadas, não septadas, hialinas em KOH 5%, dextrinóide.

Substrato: areia

Hábito: crescendo solitário ou dois basidiomas

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 5°31'52.1"S 35°50'33.3"W, 210m de altura, 17 de fevereiro de 2017, Coletor Oliveira, R.L., R28 (UFRN fungos 3039)

Comentários: *Calvatia* sp.nov.2 apresenta como principais características exoperídio coriáceo e evanescente, endoperídio tomentoso e frágil, gleba pulverulenta, persistente e marrom acinzentado, na maturidade, subgleba reduzida, compacta e amarelo acinzentado, basidiósporos globosos e equinulados. Esta é uma espécie típica da Seção *Hippoperdon* (KREISEL, 1994). Baseada na morfologia, é similar a *Calvatia cyathiformis*, *C. lilacina* e *C. fragilis*. No entanto, *Calvatia cyathiformis* se diferencia por apresentar subgleba celular bem desenvolvida,

persistente e basidiósporos fortemente verrugosos, medindo de 5 – 7 μm de diâmetro (SILVEIRA, 1943), *C. lilacina* difere por apresentar subgleba bem desenvolvida, persistente, celular com diafragma e basidiósporos medindo de 4 – 6,8 μm de diâmetro (VIEGAS, 1945; BOTTOMLEY, 1948), e *C. fragilis* pela ausência ou redução de subgleba, e basidiósporos menores 4,5 – 5,5 μm e finamente equinulados (MORGAN, 1890; SILVEIRA, 1943). Este é o primeiro registro para a ciência.

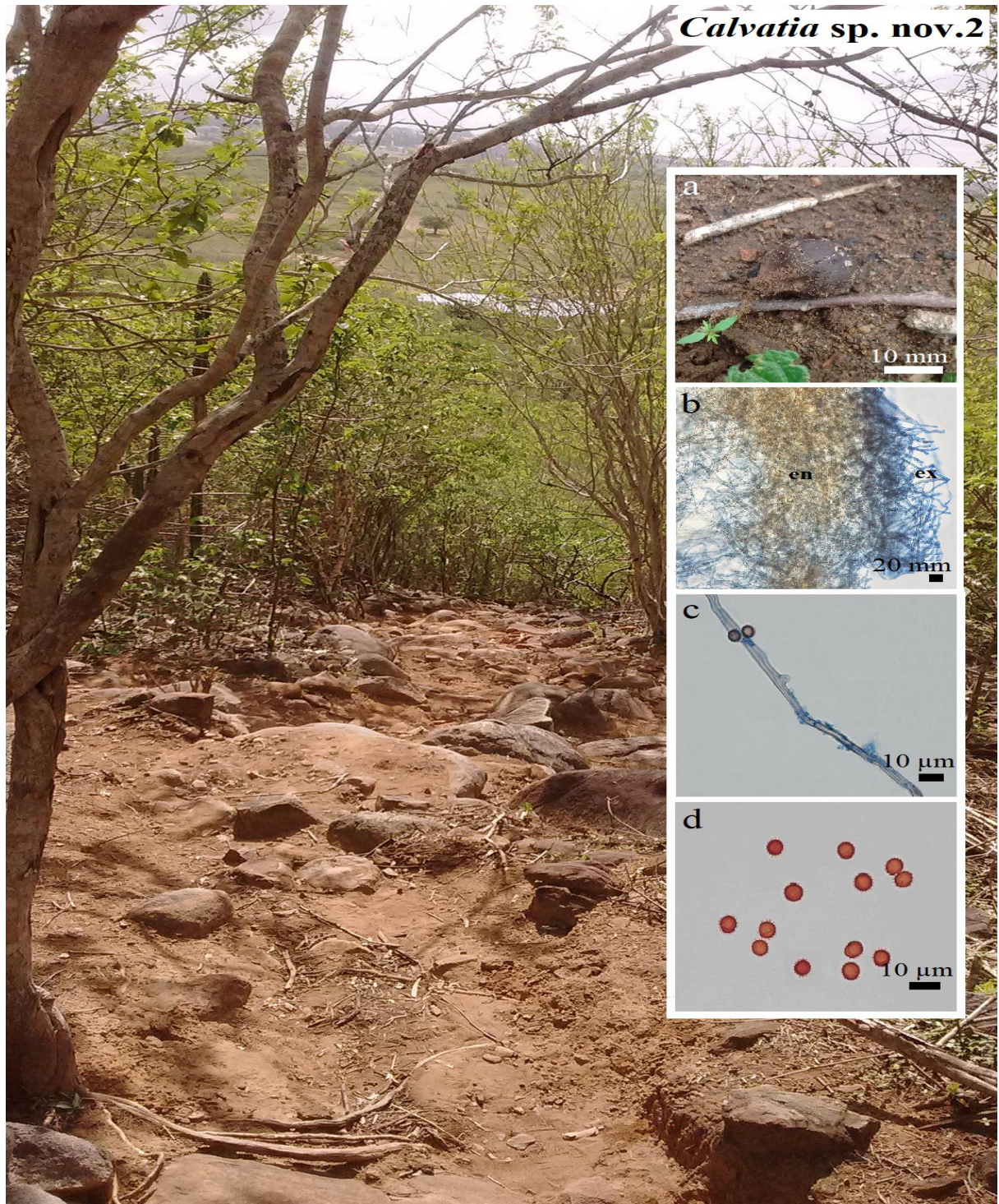


Figura 28 – *Calvatia* sp.nov.2 a) basidioma maturo; b) perídio (En: Endoperídio, Ex: exoperídio); c) capilício; d) basidiósporos. Fonte: autor.

Cyathus Haller, Hist. stirp. Helv. 3: 236 (1768)

Synônimos:

Cyathia P. Browne, Civ. Nat. Hist. Jamaica: 78 (1756)

Cyathodes P. Micheli ex Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 2: 850 (1891)

Cyathoides P. Micheli, Nov. pl. gen. (Florentiae): 222, tab. 102 (1729)

Nidularia Bull., Hist. Champ. Fr. (Paris) 1: 6 (1791)

Peziza L., Sp. pl. 2: 1180 (1753)

Este gênero foi estabelecido por Haller em 1768 e compreende cerca de 45 espécies (BRODIE, 1975, KIRK, 2008). São conhecidos como “fungos-ninho-de-Passarinho” têm como características principais basidiomas pequenos com tamanhos entre 5 – 15 mm em forma de taça ou sino invertido na maturidade. Perídio estratificado, superfície externa tomentosa, hirsuto ou escamosa, superfície interna glabra, lisa ou sulcada. Deiscência por um abertura apical coberta por um epifragma quando jovem, com pequenos discos (peridíolos) no interior, os quais contém os basidiósporos lisos, subglobosos a elipsoides com parede grossa e lisa (PEGLER et al., 1995; CALONGE, 1998; BASEIA et al, 2014). Neste estudo são apresentadas 2 espécies sendo uma para a Paraíba e uma para o Rio Grande do Norte.

Cyathus stercoreus (Schwein.) De Toni, in Berlese, De Toni & Fischer, Syll. fung. (Abellini) 7(1): 40 (1888)

Basiônimo:

Nidularia stercorea Schwein. 1832

Sinônimo:

Nidularia stercorea Schwein., Trans. Am. phil. Soc., New Series 4(2): 253 (1832)

Cyathus stercoreus (Schwein.) De Toni, in Berlese, De Toni & Fischer, Syll. fung. (Abellini) 7(1): 40 (1888) var. *stercoreus*

Cyathus stercoreus (Schwein.) De Toni, in Berlese, De Toni & Fischer, Syll. fung. (Abellini) 7(1): 40 (1888) f. *stercoreus*

Cyathodes stercoreum (Schwein.) Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 2: 851 (1891)

Cyathia stercorea (Schwein.) V.S. White, Bull. Torrey bot. Club 29: 266 (1902)

Cyathus lesueurii Tul. & C. Tul., Annls Sci. Nat., Bot., sér. 3 1: 79 (1844)

Cyathodes lessueurii (Tul. & C. Tul.) Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 2: 851 (1891)

Cyathus stercoreus f. *lesueurii* (Tul. & C. Tul.) Bottomley [as 'lesueuri'], Bothalia 4(3): 638 (1948)

Cyathus stercoreus var. *lesueurii* (Tul. & C. Tul.) Cejp [as 'lesueuri'], Fl. ČSR, B-1, Gasteromycetes: 654 (1958)

Cyathus stercoreus f. *ephedrae* Calonge, Boln Soc. Micol. Madrid 19: 33 (1994)

Figura 29

Perídio infundibuliforme a campanulado, 4,0 – 6,1 mm de altura × 2,1 – 4,2 mm de largura, não expandido na boca nem afilado na base, pedicelo e embasamento ausentes. **Exoperídio** lanoso em tonalidades marrom amarelado (5C4,5B4,5D4) com tomentos de 0,22 – 0,58 mm, não arranjados em tufo definidos, não plicado, liso, margem da boca finamente fimbriada, Padrão: contínuo, tamanho: 0,16 – 0,20. **Endoperídio** apresenta coloração platina (8E2/7E1), não plicado, liso, brilho platina, contrasta com o exterior. **Epifragma** bege quando imaturo. **Peridíolo** cinza amarronzado a negro (8F2), 1,44 x 0,43 a 1,86 x 1,11 mm de comprimento, superfície levemente enrugada, formato angular a elíptico nas bordas, túnica indistinta, córtex duplo (com o córtex externo e interno negro, e mesocórtex cinza escuro com hifas intermediárias compactas). **Basidiósporos** hialinos em KOH 5%, medindo 13,3 – 16,9 µm de comprimento × 10,4 – 14,8 µm de diâmetro, [$\chi = 15,5 \pm 1,2 \times 12,6 \pm 1,4$, $Q_m = 1,23$; $n = 20$], subgloboso a levemente elíptico, liso sob microscópio óptico, parede $\leq 1,55$ µm, sem apículo.

Substrato: esterco

Hábito: gregário

Distribuição: Cosmopolita (BRODIE, 1975), Brasil: Mato Grosso do Sul (RICHARDSON, 2001; BONONI et al., 2017), São Paulo (BASEIA & MILANEZ, 2001), Paraná (DE MEIJER, 2006) e Rio Grande do Sul (ESPOSITO & GUERRERO 1988, CORTEZ et al. 2014).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, na trilha, 5°31'56.8"S 35°50'34.3"W, 202m de altura, 10 de maio de 2017, Coletor Oliveira, R.L., R26 (UFRN-Fungos 3044).

Comentários: Corpos de frutificação marrom amarelados no exoperídio, endoperídio com coloração platina contrastante com a parede externa caracterizam esta espécie. Segundo Cruz (2017) esta é a espécie de *Cyathus* mais estudada por sua facilidade de cultivo ou obtenção em campo, apresentando-se em diversos habitats como esterco, madeira e solo. Essa espécie é próxima *Cyathus olla* (Batsch) Pers., mas este último apresenta córtex com camada única,

peridíolos e basidiósporos um pouco menores (8-12 (14) x 5-8 μm) (HAIMED et al, 2014). Este é o primeiro registro para o domínio da Caatinga e para o estado do Rio Grande do Norte.



Figura 29 – *Cyathus stercoreus*. a) basidioma, maduro (ma) e imaturo (im); b) peridíolo; c) detalhe do peridíolo; d) basidiósporos, (esp). Fonte: autor.

Cyathus* sp. nov.*Figura 30**

Perídio infundibuliforme a campanulado, 8 mm de altura × 4 mm de largura, não expandido na boca, afilado na base, pedicelo e embasamento ausentes. **Exoperídio** hirsuto, branco a marrom amarelado (5A1,5E5) tomentos 0,39 – 0,68 mm, arranjados em tufo irregulares. **Parede externa** conspicuamente plicado, boca finamente setosa, padrão contínuo, tamanho 0,22 – 0,25 mm. **Endoperídio** verde escuro a cinza (29F8,29F1), conspicuamente plicado, brilho fraco, contrasta com o exterior. **Epifragma** ausente. **Peridíolo** cinza amarronzado a cinza (8F2), 1,57 x 1,23 a 1,73 x 1,53 mm de comprimento, superfície levemente enrugada, formato elíptico a angular nas bordas, túnica indistinta, córtex duplo (com o córtex externo e interno negro, e mesocórtex cinza claro com hifas intermediárias compactas). **Basidiósporos** hialinos em KOH 5%, 10,7 – 25,1(35,0) µm × 8,5 – 20,2 µm, [$\chi = 18,9 \pm 4,4 \times 13,7 \pm 3,4$, $Q_m = 1,38$; n = 20], elipsóides, liso sob microscópio óptico, parede ≤ 2,53 µm, presença de apículo em alguns esporos.

Substrato: solo/serrapilheira

Hábito: solitário

Distribuição: Brasil, estado do Rio Grande do Norte.

Material examinado: Brasil, Paraíba, Cuité, Serra de Cuité, na trilha, 6°29'53.3"S 36°09'49.4"W, 660m de altura, 11 de abril de 2018, R.L. Oliveira, R56 (UFRN-Fungos 3046 holótipo).

Comentários: *Cyathus* sp. nov. apresenta como características principais exoperídio hirsuto em tonalidade branco a marrom amarelado com tomentos arranjados em tufo irregulares, endoperídio com coloração verde escuro a cinza, conspicuamente plicado, brilho fraco, contrastando com o exterior e peridíolos cinza amarronzado a cinza. *C. irtermedius* (Mont.) Tul. & C. Tul., *Cyathus calvescens* R. Cruz & Baseia, *Cyathus gracilis* H.J. Brodie, são morfologicamente próximas a *C. sp. nov.*, porém, *C. irtermedius* apresenta peridíolos maiores, *C. calvescens* perídio inconspicuamente plicado e exoperídio finamente lanoso a quase glabro, *C. gracilis* perídio inconspicuamente plicado (CRUZ, 2013). Outras espécies similares é *Cyathus triplex* Lloyd e *C. poeppigii* Tul. & C. Tul., porém *C. triplex* difere por apresentar endoperídio com brilho platinado, perceptível, contrastando com o exterior, peridíolos com exocórtex bronze e basidiósporos com apículos ausentes, e *Cyathus poeppigii* por apresentar superfície exterior com pelos desgrenhados, marrom avermelhado a marrom escuro,

desprendendo-se parcialmente na maturidade, expondo a superfície ligeiramente ou distintamente estriada ou sulcada (BOTTOMLEY 1948; CRUZ, 2017). Este é o primeiro registro para a ciência.



Figura 30 – *Cyathus* sp. nov. a) basidioma maturo; b) peridólo; c) detalhe do peridólo; d) basidiósporos.
Fonte: autor.

Disciseda Czern., Bull. Soc. Imp. nat. Moscou 18(2, III): 153, 1845

Espécie tipo: *Disciseda collabescens* Czern.

Sinônimo:

Bovistina Long & Stouffer, Mycologia 33(3): 270 (1941)

Catastoma Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 14: 142 (1892)

O gênero foi estabelecido por Czerniaiev em 1845. Compreende cerca de 15 espécies (KIRK et al., 2008). Esse gênero foi incluído primeiramente na família Lycoperdaceae, contudo, atualmente se encontra na família Agaricaceae. Tem como características principais: basidiomas globoso a depresso globoso que se desenvolvem pouco abaixo do nível do solo ou levemente expostas, perídio consistido de duas camadas, um exoperídio membranoso formado por hifas misturadas com partículas de areia, e um endoperídio membranoso, resistente, abrindo por um poro basal ou apical, gleba pulverulenta, sem columela, subgleba ausente, capilícios tipo *Lycoperdon*, curtos, simples ou ramificados, com poros e septos presentes ou não, basidiósporos globosos a ovoides, sublisos a fortemente verrugosos, pedicelos presentes ou não (CUNNINGHAM, 1944; BOTTOMLEY, 1948; ECKBLAD, 1955; MILLER & MILLER, 1988; CALONGE, 1998; SILVA & BASEIA, 2014). Neste estudo são apresentadas duas espécies para o estado do Rio Grande do Norte.

Disciseda bovista (Klotzsch) Henn., Hedwigia 42(Beibl.): (128) (1903)

Basiônimo:

Geastrum bovista Klotzsch [como 'Geaster'] 1843

Sinônimos:

Geastrum bovista Klotzsch [as 'Geaster'], Fung. orb. terr. circumn. Meyen. coll.: 243 (1843)

Figura 31

Basidioma solitário, com 7 mm de altura × 9 mm de diâmetro, globoso. **Perídio** formado por duas camadas, 0,1 mm de espessura. **Exoperídio** amarelo acinzentado (4B4), evanescente, permanecendo apenas na porção basal, com partículas de areia fortemente incrustada. **Endoperídio** cinza a marrom amarelado (5B1,5E5), coriáceo com superfície aveludada, persistente, descência por pequenas ranhuras que dão acesso a gleba. Poro apical pequeno,

pouco proeminente, não fimbriado. **Gleba** amarelo oliva (3D6), cotonosa a pulverulenta. **Rizomorfa** ausente. **Basidiósporos** castanhos em KOH 5%, não dextrinoide, acianofílico, globoso, verrugosos sob microscópio óptico, com verrugas proeminentes $\leq 1,02 \mu\text{m}$ de comprimento, $5,3 - 7,0 \mu\text{m}$ de altura $\times 5,0 - 6,9 \mu\text{m}$ de diâmetro [$\chi = 6,3 \pm 0,6 \times 6,0 \pm 0,5$, $Q_m = 1,04$; $n = 20$], parede $\leq 0,6 \mu\text{m}$, pedicelos curtos, $\leq 1,49 \mu\text{m}$ de comprimento. **Basídios** não observados. **Capilícios** tipo *Lycoperdon* $2,43 - 3,82$ ($4,36$) μm de diâmetro, paredes $\leq 0,73 \mu\text{m}$, poros frequentes, septos raros, ramificação dicotômica ocasional, castanhos em KOH 5%, não dextrinoide. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** pseudoparenquimatoso e hifálico, hifas medindo $2,09 - 4,79 \mu\text{m}$, paredes $\leq 0,77 \mu\text{m}$, septos e ramificação ausentes, hialinos em KOH 5%, dextrinoide. **Endoperídio** composto por hifas $1,73 - 4,16 \mu\text{m}$, parede $\leq 0,8 \mu\text{m}$, septos falsos frequentes, ramificação ausente, castanhas em KOH 5%, não dextrinoide.

Substrato: solo/serrapilheira

Hábito: solitário

Distribuição da espécie: América do Norte (COKER & COUCH, 1928; MORALES & KIMBROUGH, 1978; LIZÁRRAGA et al., 2010), América do Sul (MORAVEC, 1954; WRIGHT & ALBERTÓ, 2006; CORTEZ et al. 2010; KUHAR et al. 2012; SILVA et al., 2014), Ásia, (YAN-YAN et al., 2007), Europa (MORAVEC, 1954; CALONGE, 1998; JORDAL et al. 2007; DENCHEV & ASSYOV, 2010; VIZZINI & PANNO, 2010).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, solo $5^{\circ}31'55.3''\text{S}$ $35^{\circ}50'33.9''\text{W}$, 204m de altura, 04 de julho de 2017, Oliveira, R.L, R40 (UFRN-Fungos 3047).

Comentários: *Disciseda bovista* caracteriza-se por poro apical pouco proeminente, basidiósporos verrugosos e pedicelos curtos, capilícios com poros frequentes e ramificação dicotômica. *Disciseda bovista* pode ser morfológicamente confundida com *D. candida* (Schwein.) Lloyd, *D. hyalothrix* (Cooke & Masee) Hollós. e *D. verrucosa* G. Cunn., contudo *D. candida* apresenta basidiósporos menores ($4 - 5 \mu\text{m}$) com ornamentação menos marcada, *D. hyalothrix* apresenta basidiósporos maiores ($8 - 11 \mu\text{m}$) com verrugas piramidais aparentemente fundidas no ápice e pedicelos longos, *D. verrucosa* apresenta basidiósporos com ornamentação maior ($7 - 8 \mu\text{m}$) e semelhante a dedos (LIZARRAGA et al., 2010; SILVA & BASEIA, 2014). Este é o primeiro registro para o Rio Grande do Norte.

Disciseda bovista

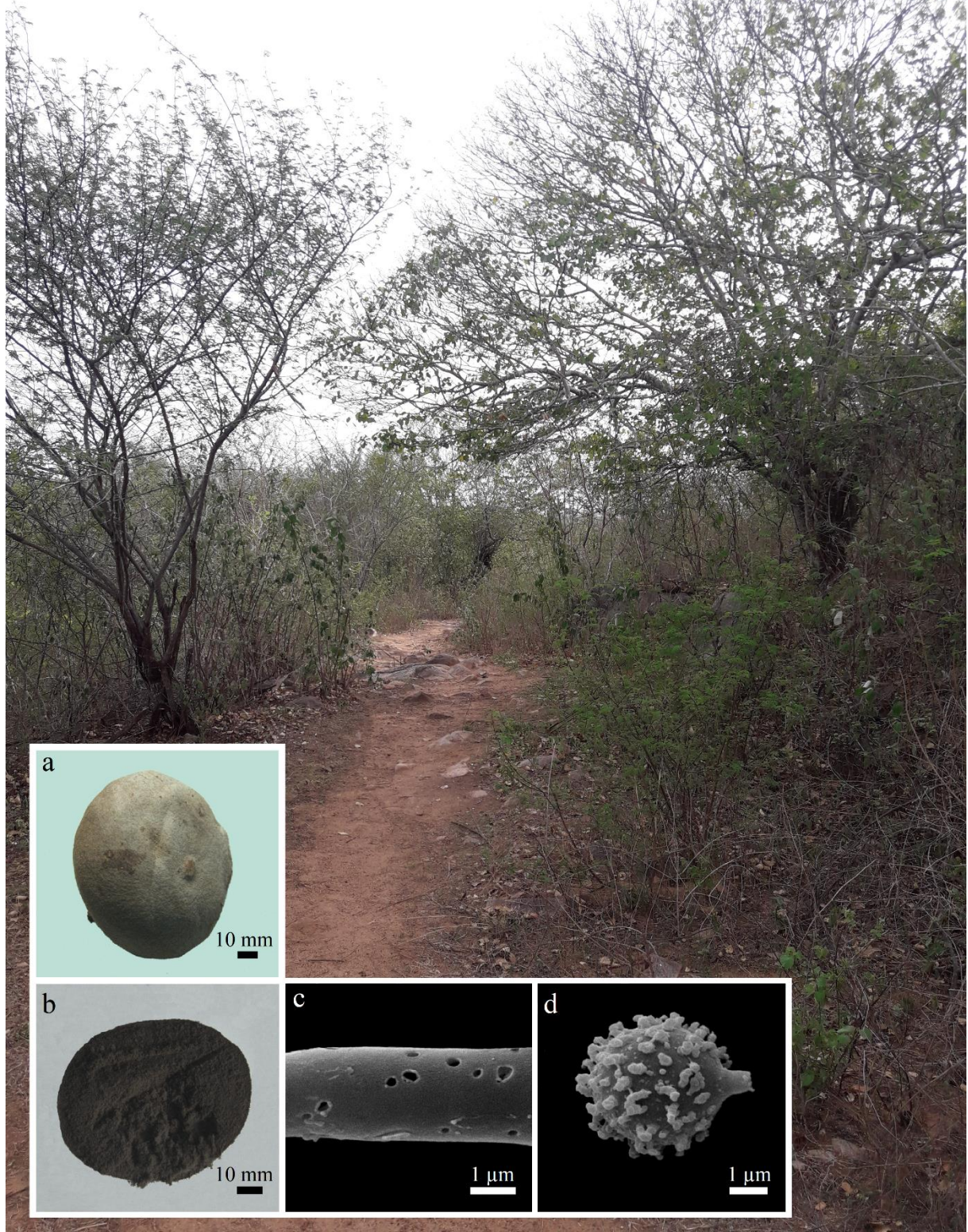


Figura 31 – *Disciseda bovista*. a) basidioma maduro; b) detalhe do basidioma; c) capilício; d) basidiósporo.
Fonte: autor.

Disciseda verrucosa G. Cunn., Trans. Proc. N.Z. Inst. 57: 205 (1926)

Sinônimos:

Disciseda verrucosa G. Cunn., Trans. Proc. N.Z. Inst. 57: 205 (1926) *f. verrucosa*

Disciseda verrucosa f. alba Batyrova, Izv. Akad. Nauk turkmen. SSR, ser. biol. Nauk: 34 (1977)

Figura 32

Basidioma gregário, com 7 – 10 mm de altura × 11 – 15 mm de diâmetro, globoso a subgloboso.

Perídio formado por duas camadas, 0,05 a 0,09 mm de espessura. **Exoperídio** amarelo acinzentado (4B4), granuloso, evanescente. **Endoperídio** branco amarelado a marrom (4A2,5E5,5F8), papiráceo, frágil. Poro apical branco, amarelo claro (1A1, 3A5) irregular.

Gleba amarelo escuro (5D4) quando jovem e cor marrom (5E8) quando madura, lanosa a pulverulenta. **Rizomorfa** ausente. **Basidiósporos** hialinos em KOH 5%, dextrinoide e cianofílico, globoso, equinulado colunar, sob MO, ornamentação $\leq 1,86 \mu\text{m}$ de diâmetro $7,1 - 8,5 \mu\text{m}$ de altura × $6,9 - 8,4 \mu\text{m}$ de diâmetro [$\times = 8,0 \pm 0,4 \times 7,7 \pm 0,4$, $Q_m = 1,03 = 20$], pedicelos curtos $0,57 - 1,44 \mu\text{m}$ de comprimento.

Basídios não observados. **Capilício** tipo *Lycoperdon*, $2,13 - 4,6 \mu\text{m}$ de diâmetro, castanho claro em KOH 5% não dextrinoide, parede $\leq 1,18 \mu\text{m}$, poros raros e irregulares, ramificação dicotômica, septado e extremidade truncada.

Paracapilício ausente. **Exoperídio** com hifas medindo $2,11 - 6,99 \mu\text{m}$ de diâmetro, hialino em KOH 5%, dextrinoide, (reação fraca), parede $\leq 1,61 \mu\text{m}$, não septado, não ramificado, e estruturas pseudoparenquimatosa compostas de células globosos, subglobosas, piriformes, irregulares, hialinas em KOH 5%, dextrinoide. **Endoperídio** com hifas medindo $1,58 - 4,69 \mu\text{m}$, parede $\leq 0,93 \mu\text{m}$, septos e ramificação presentes, castanhas em KOH 5%, não dextrinoide.

Substrato: solo/serrapilheira

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: América do Norte (MORALES & KIMBROUGH, 1978; PÉREZ-SILVA, et al., 2000; GILBERTSON et al., 2001; ESQUEDA et al., 2006; MORENO et al., 2007; BATES et al., 2009; LIZÁRRAGA et al., 2010; MORENO et al., 2010), América do Sul (KUHAR et al., 2012; SILVA et al., 2014) África do Sul, (BOTTOMLEY, 1948), Austrália (CUNNINGHAM, 1944; GRGURINOVIC, 1997).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, $5^{\circ}31'36.5''\text{S}$ $35^{\circ}50'40.2''\text{W}$, 230m, 02 de março de 2018, Oliveira, R.L., R51 (UFRN-Fungos 3050).

Comentários: *Disciseda verrucosa* caracteriza-se por perídio formado por duas camadas, exoperídio granuloso e evanescente, endoperídio papiráceo e frágil, poro apical irregular, e basidiósporos globoso e equinulado colunar. *Disciseda bovista* e *D. hypogaea* (Cooke & Masee) G. Cunn. são morfologicamente próximas a esta espécie, porém, *D. bovista*, apresenta basidiósporos com ornamentação distinta, *D. hypogaea* possui distinta cor do endoperídio e ornamentação dos basidiósporos (HERNÁNDEZ-NAVARRO et al, 2013; SILVA & BASEIA, 2014). Moreno et al. (2007) com base em análises do material tipo de *Disciseda verrucosa* e *D. arida* Velen. propõem estas espécies como sinônimas.



Figura 32 – *Disciseda verrucosa*. a) basidioma maduro; b) capilício; c) basidiósporo.
Fonte: autor.

Podaxis Desv., J. Bot. (Desvaux) 2: 97 (1809)

Espécie tipo: *Podaxis senegalensis* Desv. 1809

Sinônimo:

Catachyon (Ehrenb. ex Fr.) Fr., Syst. mycol., Index alfab. (Lundae): 68 (1832)

Cauloglossum Grev. ex Fr., Syst. mycol. (Lundae) 3(1): 60 (1829)

Chainoderma Masee, in Cooke, Grevillea 19(no. 90): 46 (1890)

Herculea Fr., (1823)

Podaxis [unranked] *Catachyon* Ehrenb. ex Fr., Syst. mycol. (Lundae) 3(1): 62 (1829)

Schweinitzia Grev., Edinb. Phil. J. 8: 258 (1823)

Este gênero foi estabelecido por Linnaeus (1771) com a descrição do *Lycoperdon pistillare* L. na Índia. Anos mais tarde Bosc (1792) descreve a espécie *Lycoperdon axatum* Bosc do Senegal, rebatizado anos depois como *Podaxis senegalensis* Desv. e designado como a espécie tipo do gênero *Podaxis*. Atualmente 44 espécies foram descritas, no entanto, atualmente o grupo encontra-se sinonimizado como uma única espécie polimórfica: *Podaxis pistillaris* (L.) Fr. (MORSE, 1933; CONLON et al, 2016). O gênero tem como características principais: basidioma branco a branco acinzentado quando jovem e marrom em espécimes maduros, perídio de duas camadas, um exoperídio com escamas, que geralmente caem na maturidade e um endoperídio membranoso persistente e deiscente na margem basal do perídio, gleba pulverulenta com coloração verde a preta na maturidade e atravessada por uma columela, basídios persistindo em fascículos na maturidade da gleba, capilícios moderadamente ramificados e septados, hialinos ou pigmentados, paracapilício presentes com coloração marrom-avermelhado, raramente septados, basidiósporos variando de 10 – 17 µm de altura x 9 – 12 µm de diâmetro, ovóides, com paredes duplas, estipe lenhoso e geralmente bulboso na base. As espécies são encontradas geralmente em ambientes xerófilos e são cosmopolitas (CUNNINGHAM, 1944; BOTTOMLEY, 1948; LIU, 1984; MILLER & MILLER, 1988; BASEIA et al., 2014; MEDINA-ORTIZ et al., 2017). Neste estudo é apresentada uma espécie para o estado do Rio Grande do Norte.

Podaxis pistillaris (L.) Fr. [as 'Podaxon'], Syst. mycol. (Lundae) 3: 63, 1829

Basiônimo:

Lycoperdon pistillare L., Mantissa Altera: 313 (1771)

Figura 33

Basidioma solitário e epígeo, com 143 mm de altura × 36 mm de diâmetro, oblongo a elíptico na extremidade superior. Constituído por um saco esporífero que se dispõe sobre um estipe escamoso e lenhoso. **Saco esporífero** medindo 59 mm de altura × 11 mm de diâmetro, ápice agudo a arredondado. **Perídio** composto por três camadas. **Exoperídio** branco a amarelo esbranquiçado (1A1 a 1A2), escamas proeminentes de 0,1 – 0,2 mm de espessura, evanescente. **Endoperídio** verde acinzentado (2C7), 0,3 – 0,4 mm de espessura, papiráceo, liso, frágil, sedoso, lacerando-se longitudinalmente na maturidade para expor a gleba. **Estipe** branco a amarelo acinzentado (1A1 a 2B6), 84 mm de altura × 6 mm de diâmetro, coberto com escamas irregulares que persistem na maturidade, sulcado longitudinalmente, oco no centro, carnudo quando jovem e seco quando maduro, permanece o mesmo padrão de diâmetro da base ao ápice, adentra a gleba na forma de columela, na base apresenta um bulbo micelial composto de hifas e partículas de solo. **Gleba** oliva (3D5) quando jovem e castanho a preto (6E5) quando maduro, densa, lanosa quando jovem e pulverulenta quando matura. **Basidiósporos** castanho claro em KOH 5%, não dextrinoide, cianofílico, subgloboso, lisos e perfurados apicalmente, 8,14 – 11,6 µm de altura × 7,8 – 10,0 µm de diâmetro [$\chi = 10,0 \pm 0,9 \times 9,1 \pm 0,7$, $Q_m = 1,10$; $n = 20$], pedicelos ausentes. **Basídios** não observados. **Capilício** 2,15 – 5,48 µm de diâmetro, parede com $\leq 1,58$ µm de espessura, septado e ramificado, hialino em KOH 5%, dextrinoide. **Paracapilício** presente. **Exoperídio** com hifas medindo 2,9 – 5,71 µm de diâmetro, paredes $\leq 1,19$ µm de espessura, septado e ramificado, castanho em KOH 5%, não dextrinoide. **Endoperídio** com hifas medindo 5,41 – 10,29 µm de espessura, castanhas em KOH 5%, não dextrinoide, parede de $\leq 1,27$ µm de espessura e estrutura pseudoparenquimatosa compostas de células hialinas em KOH 5%, dextrinoide, 2,91 – 7,58 µm de espessura, paredes $\leq 0,84$ µm de espessura, globosos, piriformes, irregulares. **Estipe** composto por dois tipos de hifas nas escamas, 3,25 – 13,38 µm de espessura, hifas hialinas em KOH 5%, dextrinoide, parede $\leq 1,95$ µm de espessura, septadas, com terminações arredondadas e por hifas medindo 2,35 – 5,26 µm de espessura, hialinas em KOH 5%, dextrinoide, parede $\leq 0,97$ µm de espessura. **Rizomorfa** com hifas medindo 1,8 – 3,36 µm, parede $\leq 0,78$ µm de espessura, septadas, não ramificadas e com raros grampos de conexão, hialinas em KOH 5%, dextrinoide.

Substrato: solo pedregoso

Hábito: solitário

Distribuição da espécie: África (BOTTOMLEY, 1948; DRING, 1964; WALLEYN & RAMMELOO, 1994) América Central (MARTIN et al., 2005) América do Norte (BRASFIELD, 1937) América do Sul (MARTINEZ, 1971; BASEIA & GALVÃO, 2002; ROCABADO et al., 2007; KUHAR et al., 2012; CAMPI et al., 2015) Ásia (MOUSTAFA, 1975; WATLING & GREGORY, 1977; HASHEM & AL-RAHMAH, 1993; MAO, 2000; JISKANI, 2001; AL-FATIMI et al., 2006; SULTANA et al., 2007; AL-THANI, 2010; MUHSIN, 2012) Oceania (CLELAND & JOHNSTON, 1933).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo ao início da trilha, 5°31'59.1"S 35°50'35.7"W, 201m de altura, 07 de maio de 2017, Oliveira, R.L, R23 (UFRN-Fungos 3051).

Comentários: Esta espécie caracteriza-se pelo saco esporífero com ápice agudo a arredondado, perídio composto por três camadas, basidiósporos lisos e perfurados apicalmente. Segundo Colon (2016), cerca de 44 espécies de *Podaxis* foram descritas até o momento, no entanto, encontram-se sinonimizadas como uma única espécie polimórfica: *Podaxis pistillaris* por Morse (1933), incluindo a espécie tipo *Podaxis senegalensis* Desv. como sinônimo de *Podaxis Pistillaris*. Essa classificação foi amplamente adotada durante os séculos 20 e 21 (COLON et al., 2016). É necessário estudos a nível molecular para se obter mais informações sobre essa espécie.



Figura 33 – *Podaxis pistillaris*. a) basidioma imaturo; b) basidioma maduro; c) hifas do exoperídio; d) capilício; e) basidiósporos. Fonte: autor.

Tulostoma Pers., Neues Mag. Bot. 1: 86 (1794)

Espécie tipo: *Tulostoma mammosum* P. Micheli ex Fr. 1829

Sinônimo:

Tulasnodea Fr., Summa veg. Scand., Sectio Post. (Stockholm): 440 (1849)

Este gênero foi estabelecido por Persoon (1794). Compreende cerca de 80 espécies (KIRK, 2008). Tem como características principais: basidioma geralmente hipógeo quando imaturo, desenvolvimento epígio, e estipitado na maturidade. Saco de esporos globoso a depresso globoso. Estipe liso ou fibroso inserido em um soquete na base do perídio, apresentando ou não volva na base. Perídio com duas camadas, um exoperídio membranoso ou hifálico, e um endoperídio fino, papiráceo, coberto com porções do exoperídio, às vezes apresentando micoesclereídes. Gleba pulverulenta. Capilícios simples ou ramificados, septos simples ou inflados, sem poros. Basidiósporos globosos a subglobosos, com ornamentação variada: lisos, verrugosos, espinosa ou reticulada. A dispersão dos esporos ocorre por meio de uma abertura apical, a boca, ou estoma, pode ser indefinida ou definida, nas fomas tubular, plana, circular ou fibrilosa. Distribuição cosmopolita principalmente em locais semiáridos (CUNNINGHAM, 1944; LIU, 1984; WRIGHT, 1987; MILLER & MILLER, 1988; PEGLER, 1995; CALONGE, 1998). Neste estudo são apresentadas 4 espécies para o estado do Rio Grande do Norte.

Tulostoma aff. longii Lloyd, The Tylostomae (7): 15 (1906)

Figura 34

Basidioma gregário, constituído por um saco esporífero com 05 mm de altura × 07 mm de diâmetro, subgloboso que se dispõe sobre um estipe. **Exoperídio** membranoso amarelo claro, dourado a castanho claro (3A3,4C6,5D4) composto de hifas misturadas a partículas de areia, evanescente, remanescendo na base durante a maturidade. **Endoperídio** papiráceo, cinza amarelado (4B2), frágil, com incrustações. **Boca** circular a sub-tubular, projetando-se levemente. **Colar** inconspícuo. **Estipe** marrom-amarelado (5E6,5F6), 17 mm de altura × 2 mm de diâmetro, sulcado longitudinalmente, carnudo, permanece o mesmo padrão de diâmetro da base ao ápice, fortemente incrustado com sedimentos de areia. **Gleba** lanosa a pulverulenta, amarelo profundo a laranja (4A8, 5B8) quando maduro. **Basidiósporos** castanho claro em KOH 5%, não dextrinoide, cianofilíco, subgloboso, levemente verrugosos sob microscópio óptico, e

asperulado em MEV, 4,87 – 7,73 μm de altura \times 4,41 – 7,47 μm de diâmetro [$\chi = 6,1 \pm 0,7 \times 5,7 \pm 0,8$, $Q_m = 1,08$; $n = 20$], pedicelos curtos $\leq 0,7 \mu\text{m}$ de comprimento. **Basídios** não observados. **Capilícios** medindo 1,91 – 5,88 (8,63) μm de diâmetro, parede $\leq 0,97 \mu\text{m}$, com constrictões, ramificação dicotômica, septos verdadeiros e com distinta coloração, hialinos a amarelados em KOH 5%, dextrinoide. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio**, 2,39 – 4,24 μm de diâmetro, parede $\leq 1,16 \mu\text{m}$, septado, não ramificado, hialino em KOH 5%, dextrinoide. **Endoperídio** com hifas medindo 3,3 – 5,05 μm , parede $\leq 0,90 \mu\text{m}$, septos e ramificação presentes, hialinas em KOH 5%, dextrinoide.

Substrato: areia

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: América do Norte (WRIGHT, 1987; HERNÁNDEZ-NAVARRO, 2015a).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 5°31'57.4"S 35°50'34.7"W, 202m de altura, 04 de julho de 2017, Oliveira, R.L., R44.1 (UFRN-Fungos 3052).

Comentários: A presença de exoperídio membranoso, boca circular, basidiósporos subglobosos, verrugosos sob microscópio óptico, e asperulado em MEV com pedicelos curtos caracterizam essa espécie. *Tulostoma longii* Lloyd e *T. schwarzmannianum* Philim são próximas a esta espécie, porém, *T. longii* diferencia-se pelos basidiósporos menores 1,9 – 3,6 μm e ornamentação menos asperulada, *T. schwarzmannianum* pelo exoperídio indistinto e boca circular não proeminente (WRIGHT, 1987). Este é o primeiro registro para a América do Sul, Brasil, Caatinga e estado do Rio Grande do Norte.

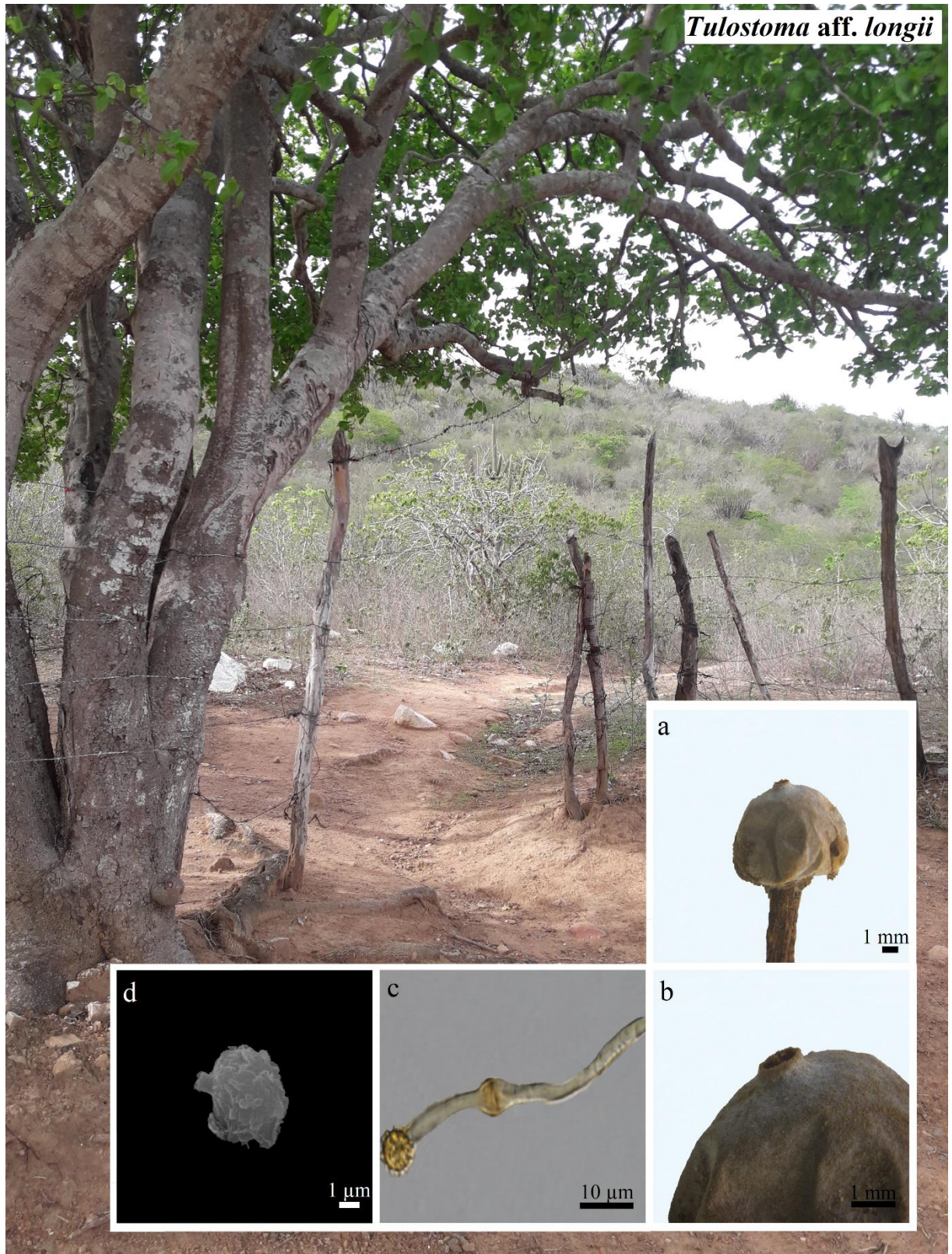


Figura 34 – *Tulostoma aff. longii*. a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.
 Fonte: autor.

Tulostoma fusipes Har. & Pat., Bull. Soc. mycol. Fr. 26: 208 (1910)

Figura 35

Basidioma gregário, constituído por um saco esporífero com 4 – 5 mm de altura × 10 mm de diâmetro, globoso a subgloboso, que se dispõe sobre um estipe. **Exoperídio** hifálico, marrom claro (5D4), composto de hifas misturadas com partículas de areia, evanescente. **Endoperídio** papiráceo, amarelo acinzentado (4B4), frágil, com incrustações. **Boca** circular, projetando-se levemente. **Colar** inconspícuo. **Estipe** marrom claro (5D5), 14 mm de altura, 2 mm de diâmetro, sulcado longitudinalmente, carnudo, permanece o mesmo padrão de diâmetro da base ao ápice, incrustado com sedimentos de areia. **Gleba** lanosa a pulverulenta, marrom avermelhado (5D5) quando maduro, densa. **Basidiósporos** castanho em KOH 5%, não dextrinoide, acianofílico, subglobosos, sublisos, mas aparentando uma rugosidade regular sob MEV 4,2 – 6,8 µm de altura × 3,4 – 5,3 µm de diâmetro [$\chi = 5,0 \pm 0,6 \times 4,4 \pm 0,6$, $Q_m = 1,14$; $n = 20$], pedicelos curtos $\leq 2,47$ µm de comprimento. **Basídios** não observados. **Capilícios** medindo 2,79 – 12,41 µm de diâmetro, parede $\leq 1,34$ µm, longos, ramificação dicotômica, septos verdadeiros e inflados com distinta coloração, hialinos em KOH 5%, dextrinoide (reação fraca). **Paracapilícios** ausentes. **Exoperídio** com hifas medindo 2,16 – 3,99 µm de diâmetro, parede $\leq 0,93$ µm, septado, não ramificado hialino em KOH 5%, dextrinoide (reação fraca). **Endoperídio** com hifas medindo 2,44 – 5,14 µm, parede $\leq 1,64$ µm, septos e ramificação presentes, hialinas em KOH 5%, dextrinoide.

Substrato: areia

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: América do Norte, África, Ásia (WRIGHT, 1987).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 05°31'48''S, 035°50'38,9''W, 229m de altura, 17 de junho de 2017, Oliveira, R.L., R44.0 (UFRN-Fungos 3053).

Comentários: *Tulostoma fusipes* apresenta como características principais a presença de exoperídio formado de hifas misturada com grãos de areia, boca circular, ausência de subgleba, basidiósporos subglobosos, sublisos, mas aparentando uma rugosidade regular sob MEV, pedicelos curtos, capilícios do tipo *Lycoperdon*, com poros, ramificação dicotômica e extremidades truncadas. *Tulostoma amnicola* Long & S. Ahmad, *T. brevistipitatum* B. Liu, Z.Y. Li & Du, *T. chersonense* Sosin, *T. evanescens* Long & S. Ahmad, *T. meristostoma* Long e *T. mohavei* Lloyd são próximas a *T. fusipes*, entretanto, *T. amnicola* se diferencia por

apresentar boca tubular, esporos menores ($3,6 - 4,1 \mu\text{m}$) e capilícios menores ($3,3 - 6,7 \mu\text{m}$); *T. brevistipitatum* por apresentar boca tubular e proeminente, e capilícios menores ($3 - 7,6 \mu\text{m}$); *T. chersonense* por apresentar saco esporífero maior (até 16 mm) e capilícios maiores ($12 - 27 \mu\text{m}$); *T. evanescens* por apresentar boca tubular; *T. meristostoma* pelo saco esporífero maior (até 22 mm diam.) e boca indefinida e irregularmente lacerada; e *T. mohavei* por apresentar saco esporífero até 15 mm e boca tubular larga (WRIGHT, 1987). Este é o primeiro registro para a América do Sul.



Figura 35 – *Tulostoma fusipes*. a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.

Fonte: autor.

Tulostoma gracilipes J.E. Wright, Bibliotheca Mycol. 113: 125 (1987)

Figura 36

Basidioma gregário, constituído por um saco esporífero com 2 – 6 mm de altura × 5 – 9 mm de diâmetro, globoso a subgloboso que se dispõe sobre um estipe. **Exoperídio** membranoso, marrom claro (6D4), composto de hifas misturadas com partículas de areia, evanescente. **Endoperídio** papiráceo branco para cinza laranja (1A1, 5B2), frágil, com incrustações. **Boca** fibrilosa. **Colar** levemente desprendido do ápice do estipe. **Estipe** laranja amarelo a amarelo acinzentado (4B7, 4C7), 9 – 13 mm de altura, 1 – 2 mm de diâmetro, sulcado longitudinalmente, carnudo, permanece o mesmo padrão de diâmetro da base ao ápice, pequeno bulbo micelial, amarelo claro (4A3). **Gleba** lanosa a pulverulenta amarelo acinzentado a amarelo escuro (4B6, 4C8) quando maduro, densa. Subgleba ausente. **Rizomorfa** fortemente incrustada com partículas de areia. **Basidiósporos** amarelo claro a 5% KOH, não dextrinoide, cianofílico, subgloboso, minimamente verrugosos sob microscópio óptico, e flocosos com diminutas e escassas verrugas em MEV, 5,3 – 6,49 µm de altura × 4,6 – 5,85 µm de diâmetro [$\chi = 5,9 \pm 0,3 \times 5,4 \pm 0,3$, $Q_m = 1,10$; $n = 20$], pedicelos curtos $\leq 0,7$ µm de comprimento. **Basídios** não observados. **Capilícios** medindo 2,93 – 6,69 µm de diâmetro, parede $\leq 1,88$ µm, extremidades ligeiramente infladas, ramificação dicotômica, septos falsos e verdadeiros, hialinos em KOH 5%, dextrinoide. **Paracapilício** ausente. **Exoperídio** com hifas medindo 1,77 – 3,55 µm de diâmetro, parede $\leq 0,72$ µm, septado, não ramificado, hialino em KOH 5%, dextrinoide. **Endoperídio** com hifas medindo 2,25 – 4,4 µm, parede $\leq 1,17$ µm, septos e ramificação presentes, hialinas em KOH 5%, dextrinoide.

Substrato: areia

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: América do Norte (PIÑA-PÁEZ et al., 2010) África (WRIGHT, 1987).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 5°31'57.3"S 35°50'34.7"W, 202m de altura, 10 de maio de 2017, Oliveira, R.L., R27 (UFRN-Fungos 3054).

Comentários: A presença de exoperídio membranoso, boca fibrilosa, endoperídio papiráceo, basidiósporos subgloboso, minimamente verrugosos sob microscópio óptico, e flocosos com diminutas e escassas verrugas em MEV com pedicelos curtos caracterizam essa espécie. *Tulostoma parvissimum* Long & S. Ahmad, *T. subfuscum* V.S. White, *T. cyclophorum* Lloyd

e *T. pulchellum* são próximas a *T. gracilipes*, porém, *T. parvissimum* se diferencia por apresentar exoperídio persistindo só na base e basidiósporos menores ($4,3 - 5,4 \mu\text{m}$); *T. subfuscum* pela distinta ornamentação dos basidiósporos em MEV; *T. cyclophorum* por apresentar basidiósporos menores ($3,2 - 4,6 \mu\text{m} \times 2,8 - 4 \mu\text{m}$), ornamentação distinta em MEV e capilícios maiores ($2,1 - 9 \mu\text{m}$); e *T. pulchellum* por apresentar exoperídio persistindo só na base, capilícios maiores ($2,4 - 8 \mu\text{m}$) e ornamentação dos basidiósporos distinta em MEV (WRIGHT, 1987). Este é o primeiro registro para a América do Sul.



Figura 36 – *Tulostoma gracilipes*. a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.

Fonte: autor.

Tulostoma psilophilum Long & S. Ahmad, Farlowia 3(2): 242 (1947)

Figura 37

Basidioma gregário, constituído por um saco esporífero com 07 mm de altura × 11 mm de diâmetro, subgloboso que se dispõe sobre um estipe. **Exoperídio** hifálico marrom acinzentado a marrom claro (6D3,6D4), cotonoso, composto de hifas misturadas com partículas de areia, evanescente. **Endoperídio** membranáceo a papiráceo, branco (1A1), frágil, com incrustações. **Boca** circular a sub-tubular, projetando-se levemente. **Colar** inconspícuo. **Estipe** marrom oliva (4F8), 8 – 13 mm de altura, 1 – 2 mm de diâmetro, sulcado longitudinalmente, carnoso, permanece o mesmo padrão de diâmetro da base ao ápice, fortemente incrustado com sedimentos de areia. **Gleba** lanosa a pulverulenta amarelo acinzentado a dourado (4B6, 4C6) quando maturo, densa. **Basidiósporos** castanho em KOH 5%, não dextrinoide, cianofílico, subglobosos, verrugosos sob microscópio óptico, e com forma de cristas elevadas, anastomosadas com um aspecto de labirinto em MEV, 3,9 – 5,7 µm de altura × 3,4 – 5,5 µm de diâmetro [$\chi = 4,6 \pm 0,5 \times 4,2 \pm 0,5$, $Q_m = 1,11$; $n = 20$], pedicelos curtos $\leq 0,7$ µm de comprimento. **Basídios** não observados. **Capilícios** medindo 2,22 – 8,32 µm de diâmetro, parede $\leq 1,55$ µm, com constricções, ramificação dicotômica, septos verdadeiros e com distinta coloração, hialino em KOH 5%, dextrinoide. **Paracapilícios** ausente. **Exoperídio** com hifas medindo 2,37 – 5,87 µm de diâmetro, parede $\leq 1,19$ µm, septado, não ramificado, hialino em KOH 5% dextrinóide. **Endoperídio** com hifas medindo 3,1 – 5,49 µm, parede $\leq 0,96$ µm, septos e ramificação presentes, hialinas em KOH 5%, dextrinoide.

Substrato: areia

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: Ásia (LONG & S. AHMAD, 1947) América do Sul (Wright 1987).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, próximo à trilha, 5°31'57.4"S 35°50'34.7"W, 202m de altura, 04 de julho de 2017, Oliveira, R.L., R40.1b (UFRN-Fungos 3057).

Comentários: *Tulostoma psilophilum* caracteriza-se pelo exoperídio hifálico, boca circular, basidiósporos com ornamentação em forma de cristas elevadas, anastomosadas com um aspecto de labirinto, pedicelos curtos, capilícios do tipo *lycoperdon*, com poros, ramificação dicotômica e extremidades truncadas. Esta espécie aparenta-se morfologicamente com o *T. sedimenticola* Long & S. Ahmad, *T. pygmaeum* Lloyd e *T. melanocyclum* Bres. Entretanto, estes apresentam basidiósporos com ornamentações distintas do *T. psilophilum*. Outras espécies

morfologicamente similares são *T. biostiolatum* Schwarzman & Philim., *T. macrosporum* G. Cunn e *T. rufum* Lloyd. Todavia, *T. biostiolatum* Schwarzman & Philim, se diferencia por apresentar exoperídio persistente na base, basidiósporos maiores (6 μm – 8,4 μm) e capilícios menores (2,4 – 4,8 μm); *T. macrosporum* por apresentar basidiósporos maiores (até 13,6 μm); e *T. rufum* por apresentar basidiósporos (6,4 – 8,5 μm) e capilícios maiores (3,4 – 9,3 μm), e basidiósporos com ornamentação distinta em MEV. Adicionalmente outras três espécies podem ser confundidas com o *T. psilophilum* à primeira vista: *T. sinense* J.E. Wright, *T. floridanum* Lloyd e *T. kotlabaie* Pouzar. Contudo, *T. sinense* se diferencia por apresentar basidiósporos maiores (7,8 – 10 μm) e um peristômio afundado e um pouco escuro; *T. floridanum* por apresentar exoperídio persistente na base, e basidiósporos com ornamentação distinta em MEV; *T. kotlabaie* por apresentar exoperídio persistente na base, basidiósporos com ornamentação distinta em MEV e capilícios menores (2,1 – 5,1 μm) (WRIGHT, 1987). Este é o primeiro registro para a América do Sul.



Figura 37 – *Tulostoma psilophilum*. a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) capilício; d) basidiósporo.
Fonte: autor.

5.2.1.2 Geastraceae Corda [as 'Geastrideae'], Anleit. Stud. Mykol., Prag: 104 (1842)

Geastrum Pers., Neues Mag. Bot. 1: 85 (1794)

Espécie tipo: *Geastrum pectinatum* Pers.

Sinônimo:

Anthropomorphus Seger, (1745)

Astrocutum Raf., Med. Repos., ser. 2 3: 423 (1806)

Astrycum Raf., J. Bot. (Desvaux) 2: 175 (1809)

Coilomyces Berk. & M.A. Curtis, J. Acad. nat. Sci. Philad., N.S. 2(6): 279 (1854) [1853]

Geaster P. Micheli, Nov. pl. gen. (Florentiae): 220, tab. 100 (1729)

Geaster P. Micheli ex Fr., Syst. mycol. (Lundae) 3(1): 8 (1829)

Geasteropsis Hollós, Növényt. Közlem. 2: 72 (1903)

Geastrum sect. *Geastrum* Pers., Neues Mag. Bot. 1: 85 (1794)

Geastrum subsect. *Geastrum* Pers., Neues Mag. Bot. 1: 85 (1794)

Glycydiderma Paulet, (1808)

Plecostoma Desv., J. Bot. (Desvaux) 2: 99 (1809)

Trichaster Czern., Bull. Soc. Imp. nat. Moscou 18(2, III): 149 (1845)

Este gênero foi estabelecido por Persoon em 1801. Compreende cerca de 50 espécies (KIRK, 2008; JEPSON et al., 2013). É caracterizado por apresentar basidiomas imaturos globosos a subglobosos e aspecto estreliforme na maturidade; exoperídio de três ou quatro camadas, uma micelial externa com incrustação ou não, uma fibrosa no meio, uma carnosa mais interna. Endoperídio persistente, sésil ou pedicelado, membranoso ou papiráceo. Em algumas espécies há a presença de apófise, logo acima do pedicelo. Gleba pulverulenta quando matura. Columela presente. Capilícios não septados irradiando a partir da columela. Basidiósporos globosos a subglobosos, lisos a verrugosos (CUNNINGHAM, 1944; BOTTOMLEY, 1948 LIU, 1984; SUNHEDE, 1989; PEGLER, 1995; CALONGE, 1998; BASEIA et al., 2014). Neste estudo são apresentadas duas espécies, sendo uma para o estado do Rio Grande do Norte e uma para Paraíba.

Geastrum floriforme Vittad. [as 'Geaster'], Monogr. Lycoperd.: 23 (1842)

Figura 38

Basidioma epígeo, com 5 – 10 mm de altura (incluindo peristômio) × 7 – 15 mm de largura, formato expandido saculiforme. **Exoperídio** aberto formando 8 – 11 raios, revolutos, fortemente higroscópico. **Camada micelial** branca (1A1), cotonosa, evanescente, fortemente incrustada com partículas de areia. **Camada fibrosa** branca (1A1), superfície coriácea. **Camada pseudoparenquimatosa** marrom escuro (7F4), 2 – 3 mm de espessura, persistente, não rimosa. **Endoperídio** cinza acastanhado (5D2), globoso com 5 – 8 mm de altura (incluindo peristômio), 6 – 8 mm de largura, séssil, superfície furfurácea. **Apófise e pedicelo ausente**. **Peristômio** cinza acastanhado (5D2), fibriloso a irregularmente plicado, não delimitado, mamiforme ≤ 2mm. **Gleba** marrom escuro (7F5). **Rizomorfa** ausente. **Basidiósporos** castanhos em KOH 5%, não dextrinoides, acianofílicos, globosos a subglobosos, fortemente verrugosos sob MO, 5,0 – 6,3 µm de altura × 4,4 – 6,1 µm de diâmetro [$\chi = 5,3 \pm 0,3 \times 5,1 \pm 0,4$, $Q_m = 1,05$; $n = 20$], apículo e pedicelos não observados. **Basídios** não observados. **Capilícios** medindo 3,81 – 7,73 µm, parede retas ≤ 1.18 µm, moderadamente incrustado, lúmen evidente, septos e ramificação ausentes, castanhos em KOH 5%, não dextrinoide. **Camada micelial** com hifas medindo 1,29 – 5,57 µm, parede retas e espessas ≤ 0,53 µm, pouco incrustadas, lúmen evidente, não septadas, ramificadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoide. **Camada fibrosa** com hifas medindo 3,59 – 16,59 µm de diâmetro, parede retas e espessas ≤ 0,87 µm, moderadamente incrustadas, lúmen pouco evidente, não septadas e não ramificadas, hialina em KOH 5%, dextrinoide. **Camada pseudoparenquimatosa** formada por células globosas a subglobosas, 8,24 – 31,05 × 6,37 – 21,26 µm, parede espessa ≤ 1,34 µm, hialinas a amareladas em KOH 5%, dextrinoide (reação fraca).

Substrato: solo/serrapilheira

Hábito: gregário

Distribuição: África (BOTTOMLEY, 1948) América do Norte (BATES, 2004; HEMMES & DESJARDIN, 2011); México (ESQUEDA et al. 1995, 2009). América do Sul (SOTO & WRIGHT, 2000; KUHAR et al., 2012; SOUSA et al., 2014). Ásia (LIU, 1984) Europa (SUNHEDE, 1989; CALONGE, 1998; PEGLER et al., 1995; CARLSSON et al., 2008; JEPPSON et al., 2013). Oceania (CUNNINGHAM, 1944; GRGURINOVIC, 1997).

Material examinado: Brasil, Paraíba, Cuité, Serra de Cuité, na trilha, 6°29'53.3"S 36°09'49.4"W, 660m de altura, 06 de março de 2017, Oliveira, R.L., R08 (UFRN-Fungos 3059).

Comentários: *Geastrum floriforme* caracteriza-se principalmente pelo exoperídio fortemente higroscópico, camada pseudoparenquimatosa persistente, não rimosa, endoperídio furfuráceo, peristômio fibriloso a irregularmente plicado, não delimitado, e basidiósporos 5,0 – 6,3 μm . *Geastrum hungaricum* Hollós, *G. corollinum* (Batsch) Hollós, *G. pseudolimbatum* Hollós e *G. kotlaba*e V.J. Staněk são espécies morfológicamente próximas a *G. floriforme*, entretanto, *G. hungaricum* e *G. corollinum* diferenciam-se por apresentar peristômio distintamente delimitado, enquanto que *G. pseudolimbatum* e *G. kotlaba*e apresentam peristômio delimitado e pedicelo (SUNHEDE, 1989). *Geastrum floriforme* representa o primeiro registro para o estado da Paraíba e Rio Grande do Norte.

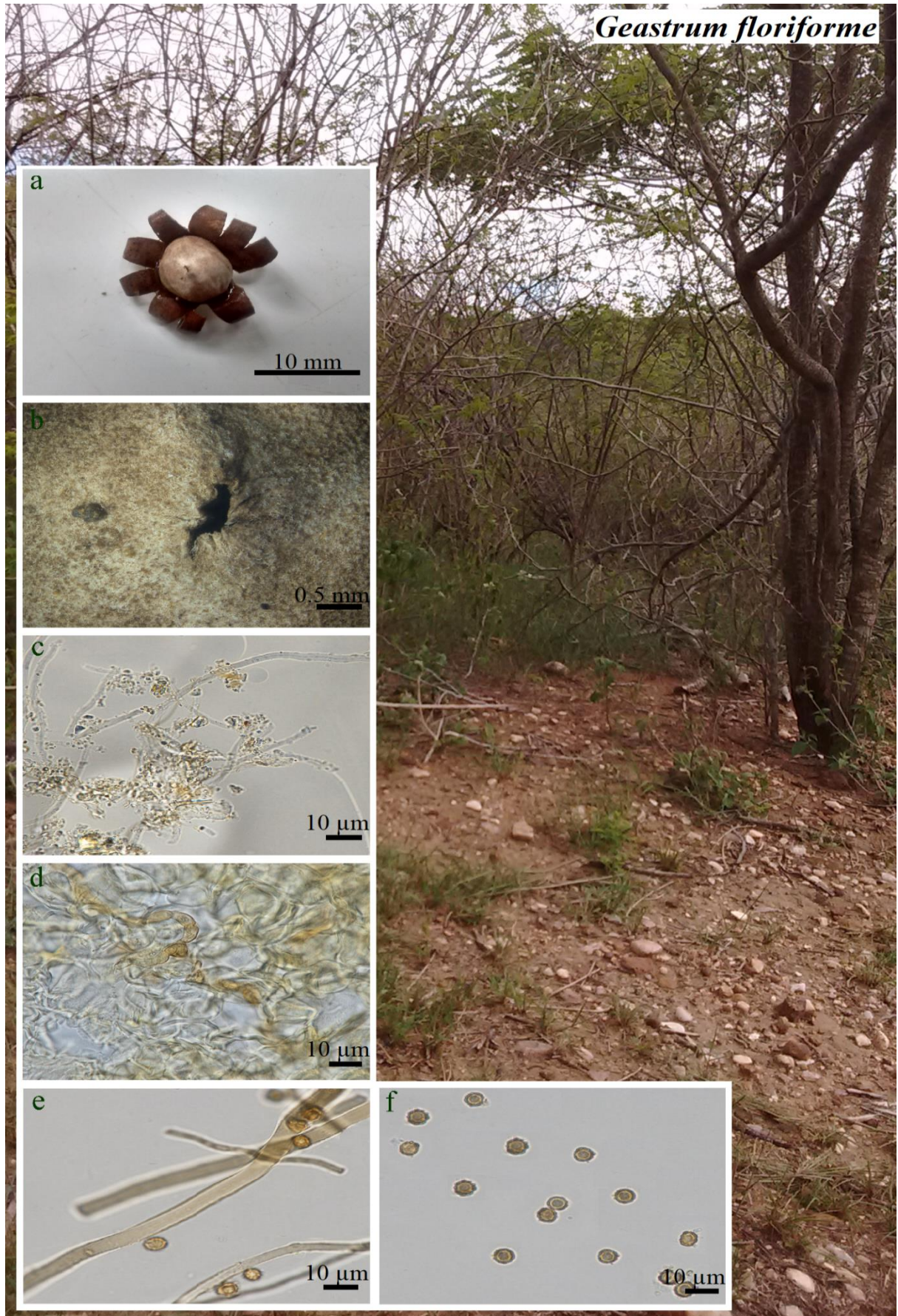


Figura 38 – *Geastrum floriforme*. a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) hifas da camada micelial; d) hifas da camada pseudoparenquimatosa; e) capilício; f) basidiósporos. Fonte: autor.

Geastrum* sp. nov.*Figura 39**

Basidioma epígeo, com 10 mm de altura (incluindo peristômio) × 14 mm de largura, formato expandido saculiforme. **Exoperídio** aberto formando 9 raios, revolutos, não higroscópicos. **Camada micelial** branca (1A1), cotonosa, evanescente, fortemente incrustada com partículas de areia. **Camada fibrosa** branco amarelado (2A2), superfície papirácea. **Camada pseudoparenquimatosa** amarelo pastel a oliva (3A3,3D3), 2 – 3 mm de espessura, persistente, rimosa. **Endoperídio** azul escuro (19F5), globoso com 8 mm de altura (incluindo peristômio), 7 mm de largura, séssil, superfície furfurácea. **Apófise** e **pedicelo** ausente. **Peristômio** marrom oliva (4D6), fibriloso, delimitado, mamiforme ≤ 2mm. **Gleba** marrom oliva (4F3). **Rizomorfa** ausente. **Basidiósporos** castanhos em KOH 5%, não dextrinoide, não cianofílicos, globosos a subglobosos, fortemente verrugosos sob MO e com verrugas colunares sob MEV, 4,1 – 5,2 µm de altura × 4,0 – 5,1 µm de diâmetro [$\bar{x} = 4,7 \pm 0,3 \times 4,6 \pm 0,3$, $Q_m = 1,02 = 20$], apículo e pedicelos não observados. **Basídios** não observados. **Capilícios** medindo 2,7 – 4,6 µm, parede retas ≤ 0,88 µm, fortemente incrustado, lúmen evidente, septos e ramificação ausentes, castanho em KOH 5%, não dextrinoide. **Camada micelial** com hifas medindo 1,49 – 3,01 µm, parede curvas e espessas ≤ 1,04 µm, moderadamente incrustadas, lúmen evidente, não septadas, ramificadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoides. **Camada fibrosa** com hifas medindo 1,81 – 4,04 µm de diâmetro, parede curvas e finas ≤ 0,99 µm, pouco incrustadas, lúmen evidente, raramente septadas e ramificadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoides. **Camada pseudoparenquimatosa** formada por células globosas a subglobosas, 23,15 – 55,62 × 13,81 – 45,91 µm, parede finas ≤ 1,63 µm, hialinas a amareladas em KOH 5%, não dextrinoides.

Substrato: solo/serrapilheira

Hábito: solitário

Distribuição: Brasil, estado do Rio Grande do Norte.

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, na trilha, 5°31'41.8"S 35°50'43.9"W, 204m de altura, 02 de março de 2018, Oliveira, R.L., R52 (UFRN-Fungos 3063 **holótipo**).

Comentários: *Geastrum* sp. nov. apresenta como características principais a presença de exoperídio não higroscópico, camada micelial fortemente incrustada, camada pseudoparenquimatosa ± evanescente, com hifas globosas de paredes finas, camada fibrosa papirácea, basidiósporos medindo de 4,1 – 5,2 µm e com ornamentação colunar. Esta espécie é próxima de *Geastrum fimbriatum* Fr., *G. saccatum* Fr., *G. albonigrum* Calonge & M. Mata e

G. javanicum Lév, entretanto, *Geastrum fimbriatum* se diferencia por apresentar camada pseudoparenquimatosa evanescente, peristômio indistintamente delimitado e basidiósporos menores ($3,5 - 4 \mu\text{m}$); *G. sacatum* por apresentar micelial não incrustada e grampos de conexão; *G. albonigrum* apresenta peristômio não delimitado e capilícios maiores ($2,0 - 8 \mu\text{m}$); e *G. javanicum* exoperídio higroscópico e basidiósporos menores ($2,5 - 3 \mu\text{m}$) com ornamentação distinta (CALONGE et al., 2004; LEITE et al., 2011; TRIERVEILER-PEREIRA, 2011). Este é o primeiro registro para a ciência.

***Geastrum* sp. nov.**

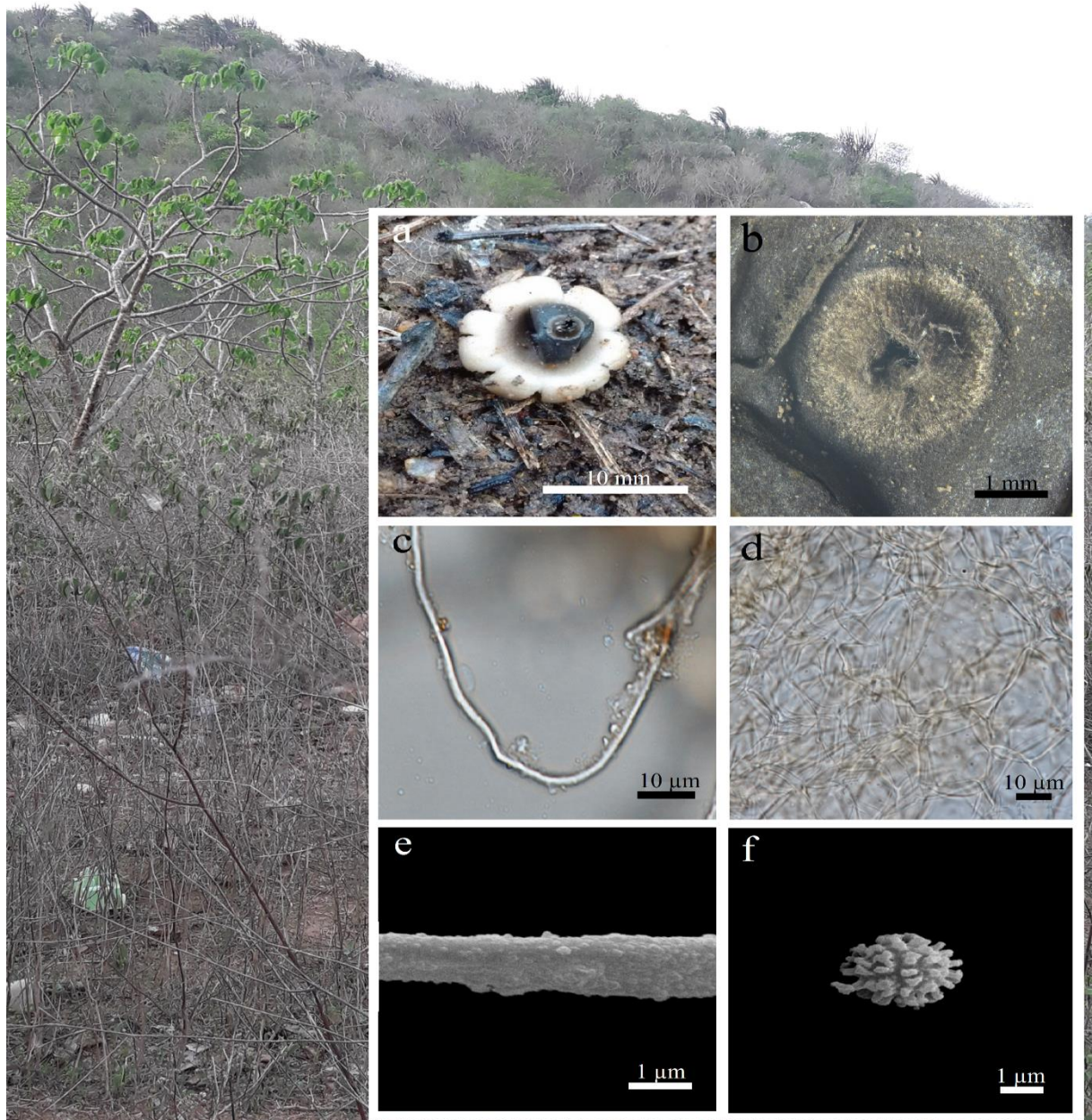


Figura 39 – *Geastrum* sp. nov. a) basidioma maduro; b) ostíolo; c) hifas da camada micelial; d) hifas da camada pseudoparenquimatosa; e) capilício; f) basidiósporo. Fonte: autor.

5.2.1.3 Sphaerobolaceae J. Schröt. 1889

Sphaerobolus Tode, Fung. mecklenb. sel. (Lüneburg) 1: 43 (1790)

Espécie tipo: *Sphaerobolus stellatus* Tode

Sinônimo:

Carpobolus P. Micheli ex Paulet, Prosp. Traité Champ. (Paris): 181 (1808)

Carpobolus P. Micheli ex Willd., Fl. berol. prodr.: 414 (1787)

Siropeltis Arx & R. Garnier, in von Arx, Publicações Inst. Micol. Recife 289: 7 (1960)

Este gênero foi estabelecido por Tode em (1790), atualmente, com diversos trabalhos de filogenia do grupo, se reconhece 3 espécies válidas: *S. ingoldii* Geml, D.D. Davis & Geiser, *S. stellatus* Tode e *S. iowensis* L.B. Walker (GEML et al., 2005a,b; KIRK, 2008; HERNÁNDEZ-NAVARRO et al., 2015b). é caracterizada por apresentar basidiomas subglobosos a ovóides, camada micelial e perídio de multicamadas, basidiósporos hialinos, lisos, globosos a elípticos. Neste estudo é apresentada 1 espécie para o estado do Rio Grande do Norte.

Sphaerobolus stellatus Tode, Fung. mecklenb. sel. (Lüneburg) 1: 43 (1790)

Sinônimo:

Carpobolus stellatus (Tode) Desm., in Kickx fil., Observ. Bot. & Zool.: 9 (1826)

Lycoperdon carpobolus L., Sp. pl. 2: 1184 (1753)

Carpobolus albicans P. Micheli ex Willd., Fl. berol. prodr.: 414 (1787)

Sphaerobolus carpobolus (L.) J. Schröt., in Cohn, Krypt.-Fl. Schlesien (Breslau) 3.1(41): 688 (1889)

Sphaerobolus stellatus Tode, Fung. mecklenb. sel. (Lüneburg) 1: 43 (1790) var. *stellatus*

Sphaerobolus stellatus var. *bistellatus* Tode, Fung. mecklenb. sel. (Lüneburg) 1: 43 (1790)

Sphaerobolus stellatus var. *unistellatus* Tode, Fung. mecklenb. sel. (Lüneburg) 1: 44 (1790)

Nidularia dentata With., Syst. arr. Brit. pl., Edn 4 (London) 4: 357 (1801)

Granularia dentata (With.) Kuntze, Revis. gen. pl. (Leipzig) 2: 855 (1891)

Sphaerobolus dentatus (With.) W.G. Sm., Brit. basidiomyc. (Cambridge): 485 (1908)

Sphaerobolus solen Alb. & Schwein., Consp. fung. (Leipzig): 69 (1805)

Sphaerobolus stellatus var. *solen* (Alb. & Schwein.) Cejp, Fl. ČSR, B-1, Gasteromycetes: 678 (1958)

Sphaerobolus stercorarius Fr., in Fries & Nordholm, Symb. gasteromyc. (Lund) 1: 1 (1817)

Sphaerobolus stellatus var. *stercorarius* (Fr.) Fr., Syst. mycol. (Lundae) 2(2): 310 (1823)

Sphaerobolus tubulosus Fr., Syst. mycol. (Lundae) 2(2): 309 (1823)

Sphaerobolus stellatus var. *giganteus* L.B. Walker, J. Elisha Mitchell scient. Soc. 42: 171 (1927)

Sphaerobolus stellatus var. *brasiliensis* Viégas & C.G. Teixeira, Bragantia 5: 314 (1945)

Sphaerobolus stellatus var. *muscosus* Cejp, Fl. ČSR, B-1, Gasteromycetes: 678, 826 (1958)

Figura 40

Basidioma epígeo, com 2,00 – 3,3 mm de altura × 2,46 – 2,94 mm de diâmetro quando maduro, estreliforme, com 5 – 7 raios. Formado por uma camada micelial, perídio com 5 camadas e um peridíolo. **Camada micelial** branca (1A1), lanosa, evanescente. **Exoperídio(1)** amarelo pastel (1A4), papiráceo, frágil, fortemente incrustada. **Exoperídio(2)** branco para amarelo esbranquiçado (1A1,1A2) papiráceo. **Exoperídio(3)** marrom (6E8) se apresenta na forma gelatinosa. **Exoperídio(4)** marrom amarelado (5D8), gelatinoso. **Endoperídio** cinza escuro (1F1). **Peridíolo** cinza escuro (1F1) com 1,1 mm de diâmetro × 2,55 mm de comprimento. **Subgleba** e **rizomorfias** ausentes. **Peridíolo** composto de basidiósporos e hifas tramais. **Basidiósporos** hialinos em KOH 5%, dextrinoide, cianofílicos elipsoides, lisos sob microscópio óptico, 5,7 – 10,1 µm de altura × 4,3 – 7,0 µm de diâmetro [$\chi = 8,0 \pm 1,2 \times 5,3 \pm 0,6$, $Q_m = 1,53$; $n = 20$], apedunculados. **Hifas tramais** medindo 3,05 – 5,75 µm, parede ≤ 0,78 µm, septado, e grampos de conexão, castanhas em KOH 5%, não dextrinoide. **Basídios** não observados. **Camada micelial** com hifas medindo 1,79 – 3,61 µm, parede ≤ 0,87 µm, septadas, ramificadas, com presença de cristais e grampos de conexão, hialinas em KOH 5%, não dextrinoide. **Exoperídio(1)** com hifas medindo 2,58 – 5,36 µm de diâmetro, parede ≤ 0,9 µm, septadas, ramificadas, presença de grampos de conexão, hialinas em KOH 5%, dextrinoides. **Exoperídio(2)** com hifas medindo 4,6 – 8,67 µm, parede ≤ 0,9 µm, septadas, não ramificadas, hialinas em KOH 5%, não dextrinoides, e por células infladas 8,51 – 16,01 µm, parede ≤ 0,9 µm, hialinas em KOH 5%, não dextrinoides. **Exoperídio(3)** com hifas medindo 2,5 – 4,58 µm, parede ≤ 0,71 µm, hifas onduladas e entrelaçadas, septos e ramificação ausentes, castanhas em KOH 5%, não dextrinoides. **Exoperídio(4)** hifálico colenquimatoso com extremidades arredondadas, 8,31 – 19,69 µm, parede ≤ 1,38 µm, septos e ramificação ausentes, hialinas em KOH 5%, não dextrinoides. **Endoperídio** com hifas medindo 1,89 – 3,51 µm de diâmetro, parede ≤ 0,88 µm, não septadas, raramente ramificadas, hialinas em KOH 5%, dextrinoides, e

por **Gemas** globosas, 8,77 – 11,39 μm de altura \times 7,86 – 10,66 μm de diâmetro, parede \leq 0,64 μm , cristais irregulares observados, castanhos em KOH 5%, não dextrinoides. **Rizomorfias** ausentes.

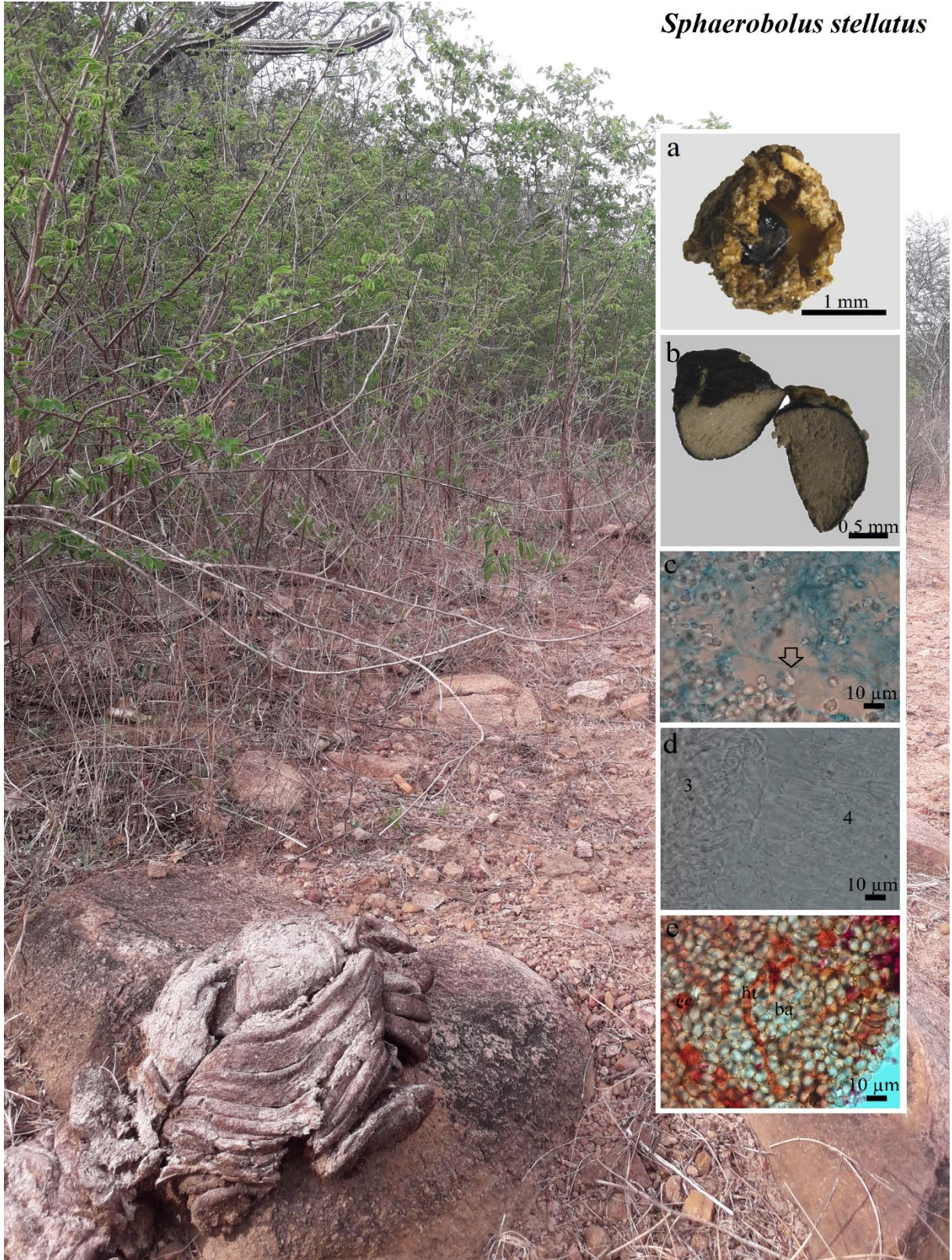
Substrato: esterco

Hábito: gregário

Distribuição da espécie: África (DRING, 1964), Ásia (GEML, 2005) Europa (CALONGE & ALMEIDA, 1992, HALGRIMSSON et al., 1992, CALONGE, 1996, BELTRÁN-TEJERA et al., 1998, ZERVAKIS et al., 1998), América do Norte (HERRERA & PEREZSILVA, 1987), Oceania (APLIN 1961, MCKENZIE & FOGGO 1989) América do Sul (RICK, 1961, BONONI et al., 1981).

Material examinado: Brasil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, na trilha, 5°31'55.8"S 35°50'34.2"W, 204m de altura, 10 de maio de 2017, Oliveira, R.L., R35 (UFRN-Fungos 3065).

Comentários: *Sphaerobolus stellatus* apresenta como principais características basidiomas estreliformes com 5 – 7 raios, perídio com 5 camadas, peridíolos apresentando gemas, hifas tramais e basidiósporos elipsoides e lisos. Esta espécie é semelhante à *Sphaerobolus ingoldii* e *S. iowensis*. Entretanto, *S. ingoldii* diferencia-se de *S. stellatus* por este apresentar basidioma e peridíolo menores, basidiósporos ligeiramente maiores e gemas ausentes (GEML et al., 2005b); e, *Sphaerobolus iowensis* por apresentar câmaras basidiais em glebas imaturas e camada gelatinosa ausente (GEML et al., 2005a). Este é o primeiro registro para o a Caatinga.



Sphaerobolus stellatus

Figura 40 – *Sphaerobolus stellatus*. a) basidioma; b) perídolo; c) camada micelial (presença de cristais); d) exoperídio (3) e (4); e) basidiósporos (ba) hifas tramais(ht) e gemas(ge).
 Fonte: autor.

CONCLUSÕES

O referido estudo apresentou resultados que contribuíram significativamente para o conhecimento da diversidade de fungos gasteroides no semiárido brasileiro. Foram identificados 19 espécies, sendo cinco novas para a ciência, quatro novos registros para a América do Sul e dez novos registros para o Brasil, contribuindo para um aumento da micobiota nacional de 324 para 334 (3,08%). Para Caatinga, 13 novos registros, aumentando de 40 para 53 (32,5%) o número de spp. registradas. Para o Rio Grande do Norte, 13 novos registros contribuindo com 26% (de 50 para 63 spp.). E, para a Paraíba, três novos registros, contribuindo com 6,66% aumentando de 45 para 48 o número de spp. registradas para a micobiota desse estado.

As áreas de estudos Serra de Cuité e Serra do Torreão mostraram-se propícias para a ocorrência de fungos gasteroides, sendo a Serra do Torreão a mais representativa, com 17 registros, em comparação a Serra de Cuité, com três registros.

A família Agaricaceae foi a mais representada, com registro de seis gêneros e dezesseis espécies, seguida por Geastraceae com um gênero e duas espécies, e Sphaerobolaceae com um gênero e uma espécie. A maioria das espécies foram encontradas em areia, seguida de solo humoso/serapilheira, esterco e solo pedregoso.

Os resultados apresentados para a Serra de Cuité e a Serra do Torreão vêm a confirmar as expectativas iniciais abordadas. A identificação morfológica se mostrou essencial e necessária, bem como a microscopia eletrônica de varredura na separação de minuciosos caracteres dos táxons dos fungos gasteroides estudados.

Nesse sentido, mesmo entendendo a capacidade desses territórios, é imprescindível a realização de estudos taxonômicos adicionais em áreas de Caatinga, possibilitando um aumento no conhecimento sobre essas spp., e o planejamento de ações para a conservação nas localidades estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER A. 2003. Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Editora Ateliê, p.160.
- AB'SABER, A.N. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. Paleoclimas. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. 3: p. 1-19.
- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas. 2018. Precipitação. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 8 Dez 2018.
- AINSWORTH, G.C, SPARROW, F.K., SUSSMAN, A. 1973. The fungi. An advanced treatise. Vol. IVB, Academic Press, New York.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. 1996. Introductory Mycology. 4. ed. [S.l.] Wiley, v. 74 p. 880.
- AL-FATIMI, M.A.A. *et al.* 2006. Bioactive components of the traditionally used mushroom *Podaxis pistilaris*. eCAM, v. 3, n. 1, p. 87-92.
- ALFREDO, D.S.; RODRIGUES, A.C.M.; BASEIA, I.G. 2014. *Calvatia nodulata*, a new gasteroid fungus from Brazilian semiarid region. Turkish Journal of Biology 38: p. 595-599.
- AL-THANI, R.F. 2010. Survey of macrofungi (including truffles) in Qatar. KBM J Biology 1: p. 26-39.
- ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C. 2006. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 6, n. 2, p. 194-203.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The Caatingas dominium. Revista Brasileira de Botânica 4. p. 149-163.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. In: G.T. Prance (ed.). Biological diversification in the tropics. Columbia University Press, Nova York. p. 245-251.
- APLIN, T.E.H. 1961. *Sphaerobolus stellatus*, a new fungus for Western Australia. West Aust Nat 8: p. 27-29.
- BARBOSA, M.M.B. *et al.* 2011. First report of *Morganella compacta* (Agaricales, Lycoperdaceae) from South America. Mycotaxon, v. 116, p. 381-386.
- BASEIA, I.G. 2003. Contribution to the study of the genus *Calvatia* (Lycoperdaceae) in Brazil. Mycotaxon, 88, p. 107-112.
- BASEIA, I.G.; SILVA, B.D.B. CRUZ, R.H.S.F. 2014. Fungos gasteroides no semiárido do nordeste brasileiro. 1. ed. Feira de Santana: Print Midia, v. 1. p. 132.

BASEIA, I.G. CALONGE, F.D. 2005. *Aseroë floriformis*, a new phalloid with a sunflower-shaped receptacle. Mycotaxon, v. 92, p. 169-172.

BASEIA, I.G.; CALONGE, F.D. 2006. *Geastrum hirsutum*: a new earthstar fungus with a hairy exoperidium. Mycotaxon, v. 95, p. 301-304.

BASEIA, I.G.; CALONGE, F.D. 2008. *Calvatia sculpta*, a striking puffball occurring on Brazilian sand dunes. Mycotaxon, v. 106, p. 269-272.

BASEIA, I.G.; CAVALCANTI, M.A.; MILANEZ, A.I. 2003. Additions to our Knowledge of the genus *Geastrum* (Phallales Geastraceae) in Brazil. Mycotaxon, v. 85, p. 409-416.

BASEIA, I.G.; CORTEZ, V.G.; CALONGE, F.D. 2006. Rick's species revision *Mitremyces zanchianus* versus *Calostoma zanchianum*. Mycotaxon, v. 95, p. 113-116.

BASEIA, I.G.; GALVÃO, T.C.O. 2002. Some interesting Gasteromycetes (Basidiomycota) in dry areas from northeastern Brazil. Acta Botanica Brasílica, v. 16, n. 1, p. 1-8.

BASEIA, I.G.; MILANEZ, A.I. 2001. *Nidularia pulvinata* (Schwein.) Fries (Gasteromycetes): a new record from Brazil. Brazilian Journal of Botany, v. 24, n. 4, p. 479-481.

BASEIA, I.G.; MILANEZ, A.I. 2002. *Geastrum setiferum* (Gasteromycetes) a new species with a setose endoperidium. Mycotaxon, v. 84, p. 135-139.

BASEIA, I.G.; SILVA, B.D.B.; LEITE, A.G.; MAIA, L.C. 2007. O gênero *Calostoma* (Boletales, Agaricomycetidae) em áreas de cerrado e semi-árido no Brasil. Acta Botanica Brasílica, 21(2): p. 277-280.

BATES, S.T.; ROBERSON R.W.; DESJARDIN D.E. 2009. Arizona gasteroid fungi I: Lycoperdaceae (Agaricales, Basidiomycota). Fungal Divers 37: p. 153-207.

BATES, S.T. 2004. Arizona members of the Geastraceae and Lycoperdaceae (Basidiomycota, Fungi). Master Thesis, Arizona State University, U.S.A. 92pp.

BATISTA, A.C, VITAL, A.F. 1955. Novos fungos do gênero *Tylostoma*. Anais Soc. Biol. Pernambuco 13 (1): p. 125-150.

BATISTA, A.C. 1950. Três novos *Podaxis* de Pernambuco. Boletim da S.A.I.C., v. 17, p. 318-324.

BATISTA, A.C.; BEZERRA, J. L. 1960. Basidiomycetes vulgares em o Nordeste brasileiro. Boletim do Instituto de Micologia da Universidade do Recife, v. 294, p. 1-30.

BECHEM, E.E.T. 2011. Grown and in vitro phosphate solubilising ability of *Scleroderma sinnamariense*: A tropical mycorrhiza fungus isolated from *Gnetum africanum* ectomycorrhiza root tips. Journal of Yeast and Fungal Research, v. 2, n. 9, p. 132-142.

BELTRÁN-TEJERA, E. & TORRE, W. 1977. Gasteromycetes de las Islas Canarias: Folia Scientiarum Biologicarum Canariensium. Vieraea, n. 7, p. 49-96.

- BELTRÁN-TEJERA, E.; BAÑARES-BAUDET, A.; RODRÍGUEZ-ARMAS, J.I. 1998. Gasteromycetes of the Canary Islands: some noteworthy new records. *Mycotaxon* 68: p. 439-453.
- BERKELEY, M.J. 1842. Notice of some fungi collected by C. Davin Esq. in South American and the Islands of the Pacific. *An Magazine of Natural History* 9 (60): p. 443-448.
- BERKELEY, M.J.; COOKE, M.C. 1876. The fungi of Brazil, including those collected by J. W. H. Trail Esq. 1A in 1874. *Journal of the Linnean Society (Botany)* 15: p. 363-398.
- BINDER, M., BRESINSKY, A. 2002. Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestors. *Mycologia* 94: p. 85-98.
- BO L, BU Y-S. 1980. *Fungi Pharmacopoeia (Sinica)*. The Kinoko Company: Oakland, California. p. 246.
- BONONI, V.L.R. 1984. Basidiomycetos da Reserva Biológica de Mogi Guaçu. *Rickia* 11: p. 1-25.
- BONONI, V.L.R.; TRUFEM, S.F.B.; GRANDI, R. A. 1981. Fungos macroscópicos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo (SP), Brasil, depositados no Herbário do Instituto de Botânica. *Rickia* 9: p. 37-53.
- BONONI, V.L.R., OLIVEIRA, A.K.M., GUGLIOTTA, A.M., & QUEVEDO, J.R. 2017. Agaricomycetes (Basidiomycota, Fungi) diversity in a protected area in the Maracaju Mountains, in the Brazilian central region. *Hoehnea*, 44(3), p. 361-377.
- BOTTOMLEY, A.M. 1948. Gasteromycetes of South Africa. *Bothalia* 4: p. 473-810.
- BRASFIELD, T.W. 1937. The morphology of *Podaxis*. *Univ Iowa Study Nat Hist* 17: p. 100-121.
- BRODIE, H.J. 1975. *The Bird's Nest Fungi*. Toronto: Univessity of Toronto Press, p. 198.
- BRYANT, C. 1782. An historical account of two species of *Lycoperdon*, in which the plants are accurately described, and their several curious vegetable and animal properties fully set forth. G. Wilkie (Ed.). London. p. 52.
- BULLER, A.H.R. 1915. Die Erzeugung und Befrelung der Sporen bei *Coprinus sterquilinus*. *Jahrb. Wissenschaftl. Botanik* 56: p. 299-329.
- CALONGE, F.D. 1992. Catálogo de los Gasteromycetes de Portugal. *Bol Soc Micol Madrid*, 16, p. 73-108.
- CALONGE, F.D. 1996. *Sphaerobolus stellatus* Tode: Pers. In. ALMARZ. (ed.) bases corológicas de la flora iberica, n 693-894. *Cuad. Trah.Flora Micol. Ibérica* 9: p. 208
- CALONGE, F.D. 1998. Gasteromycetes: Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. *Flora Mycologica Iberica*, [S.1], v.3. p. 1-98.

CALONGE, F.D.; MATA, M. 2004. A new species of *Geastrum* from Costa Rica and Mexico. Bol. Soc. Micol. Madrid 28: p. 331-335.

CAMPI, M.; MAUBET, Y.; WEILER, A. 2015. *Podaxis pistillaris* (Basidiomycota, Agaricomycetes) nuevo para el Chaco paraguayo. Bol. Soc. Micol. Madrid, v. 39, p. 77-81.

CARLSSON, R.G.; JOHANSSON, N.; JOHANSSON, K.A. 2008. Blomjordstjärna (*Geastrum floriforme*) funnen i Västergötland. Svensk Mykologisk Tidskrift 29 (2), p. 74-79.

CATÁLOGO DE PLANTAS E FUNGOS DO BRASIL. 2010. Volume 1 [organização Rafaela Campostrini Forzza...et al.]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2.v.

CLELAND, J.B.; JOHNSTON T.H. 1933. The ecology of the aborigines of Central Australia; botanical notes. Trans Proc Royal Soc South Austr 57: p. 113-124.

CNUC/MMA - CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, Tabela consolidada de unidades de conservação. Brasília, 2018. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80112/UCporBioma_0214_sem_Logo_copy.pdf
Acesso em: 18 de Dez de 2018.

COKER, W.C., COUCH, J.N. 1928. The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada. MBLWHOI Library, 283pp.

CONLON, B.H., DE BEER, Z.W., HENRIK, H., AANEN, D.K., & POULSEN, M. 2016. Phylogenetic analyses of *Podaxis* specimens from Southern Africa reveal hidden diversity and new insights into associations with termites. Fungal biology, 120(9), p. 1065-1076.

CORTEZ, V.G.; ALVES, C.R. 2012. Type study of *Calvatia lachnoderma* from Brazil. Mycosphere 3(5): p. 894-898.

CORTEZ, V.G., BASEIA, I.G.; SILVEIRA, R.M.B. 2009. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: Tulostomataceae. Mycotaxon, 108(1): p. 365-384.

CORTEZ, V.G.; BASEIA, I.G.; SILVEIRA, R.M.B. 2010. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: *Arachnion* and *Disciseda* (Lycoperdaceae). Acta Biológica Paranaense. 39: p. 19-27.

CORTEZ, V.G.; BASEIA, I.G.; SILVEIRA, R.M.B. 2014. Gasteroid mycobiota of Rio Grande do Sul, Brazil: Nidulariaceae. Acta Biológica Paranaense 43: p. 1-21.

CPRM/PRODEEM, 2005a. Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cuité, estado da Paraíba/Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife, 23p.

CPRM/PRODEEM, 2005b. Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de João Câmara, estado do Rio Grande do Norte / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz

Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife, 23p.

CRUZ, R.H.S.F. 2013. O gênero *Cyathus* Haller Pers (Agaricales, Basidiomycota) em áreas de caatinga do nordeste brasileiro. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 213p.

CRUZ, R.H.S.F. 2017. Revisão morfológica e molecular do gênero *Cyathus* Haller (Nidulariaceae, Agaricales, Basidiomycota). Tese (Doutorado em Sistemática e Evolução) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 244p.

CRUZ, R.H.S.F.; BASEIA, I.G. 2014. Four new *Cyathus* species (Nidulariaceae, Basidiomycota, Fungi) from the semi-arid region of Brazil. The Journal of the Torrey Botanical Society 141(2): p. 173-180.

CSR/IBAMA - PROJETO DE MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO DOS BIOMAS BRASILEIROS POR SATÉLITE – PMDBBS. 2014. Disponível em: http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomias/ Acesso em: 30 de abril de 2017.

CUNNINGHAM, G.H. 1944. The Gasteromycetes of Australia and New Zealand. Dunedin, J. McInhoe.

DA SILVA, M.A.; BARBOSA, M.M.B.; BASEIA, I.G.; MALOSSO, E. 2016. Novelties in *Cyathus* (Basidiomycota): new species and a phylogenetic analysis. Nova Hedwigia 103(12): p. 57-69.

DE MEIJER, A.A.R. 2006. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian State of Paraná. Bol Mus Bot Municipal, v. 68, p. 1-55.

DEMOULIN, V. 1969. Les gastéromycètes. Introduction a l'étude des Gasteromycetes de Belgique. Les Naturalists Belges 50: p. 225-270.

DEMOULIN, V. 1976. Species of *Lycoperdon* with a setose exoperidium. Mycotaxon 3: p. 275-296.

DEMOULIN, V.; DRING, D. M. 1975. Gasteromycetes of Kivu (Zaire), Rwanda and Burundi. Bulletin du Jardin botanique national de Belgique 45: p. 339-372.

DENCHEV, C.M.; ASSYOV, B. 2010. Checklist of the larger basidiomycetes in Bulgaria. Mycotaxon, v. 111, n. 1, p. 279-282.

DISSING, H.; LANGE, M. 1962. Gasteromycetes of Congo. Bulletin du Jardin botanique de l'État a Bruxelles 32(4): p. 325-416.

DORE, C.M.P.; AZEVEDO, G.T.C.G.; DE SOUZA, M.C. R; REGO, L.A; DE DANTAS, J.C.M.; SILVA, F.R.F.; ROCHA, H.A.O.; BASEIA, I.G.; LEITE, E.L. 2007. Antiinflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of β -glucan-rich extract from *Geastrum saccatum* mushroom. International Immunopharmacology 7: p. 1160-1169.

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: p. 9-18.

DRING, D.M. 1964. Gasteromycetes of west tropical Africa. Commonwealth Mycological Institute Mycological Papers. p. 98-109.

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., p. 451-478.

DUQUE, J.G. 1980. O Nordeste e a lavoura xerófila. Mossoró: ESAM, Coleção Mossoroense, p. 143.

ECKBLAD, F.E. 1955. The Gasteromycetes of Norway. The Epigaeal Genera. *Nytt Magasin for Botanikk* 4: p. 19-86.

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. 2018. Precipitação. Disponível em: <<http://189.124.135.176/climatologia.php>>. Acesso em: 8 Dez 2018.

ESCOBAR, G.A.; McCABE, D.E.; HARPEL, C.W. 1976. *Limnoperdon*, a Floating gasteromycete Isolated from Marshes. *Mycologia*. V. 68, p. 874-880.

ESPOSITO, E.; GUERRERO, R.T. 1988. Estudo de culturas de cinco espécies de Nidulariales (Basidiomycetes) do Rio Grande do Sul, Brasil. *Napaea*, Porto Alegre, v. 4, p. 1-9.

ESQUEDA, M.; CORONADO, M.; SÁNCHEZ, A.; PÉREZ-SILVA, E.; HERRERA, T. 2006. Macromycetes of pinacate and great altar desert biosphere reserve, Sonora, Mexico. *Mycotaxon*, 95(1), p. 81-90.

ESQUEDA, M.; PÉREZ-SILVA, E.; HERRERA, T. 1995. New records of gasteromycetes for Mexico. *Documents Mycologiques* 25(98-100), p. 151-160.

ESQUEDA, M.; SÁNCHEZ, A.; RIVERA, M.; CORONADO, M.L.; LIZÁRRAGA, M.; VALENZUELA, R. 2009. Primeros registros de hongos gasteroides en la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe, Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Micología* 30, p. 19-29.

FAZOLINO, E.P. TRIERVEILER-PEREIRA, L. CALONGE, F.D. BASEIA, I.G. 2010. First records of *Clathrus* (Phallaceae, Agaricomycetes) from the Northeast Region of Brazil. *Mycotaxon*. V.113, p. 195-202.

FAZOLINO, E.P.; CALONGE, F.D.; BASEIA, I.G. 2008. *Geastrum entomophilum*, a new earthstar with an unusual spore dispersal strategy. *Mycotaxon* 104: p. 449-453.

FELICIANO, A.L.P. ALMEIDA, A.C.C. FARIAS, A.E.G. NETO, C.A.M.U. OLIVEIRA, D.A.S, MAGALHAES, E.S. HORA, F.M.D. CAMPELLO, F.B. FARIAS, H.B. CARVALHO, H.J.B. SIMOTTI, L. CHAME, M. ARAÚJO, R.B. 2003. Unidades de conservação: áreas e ações prioritárias para a conservação da Caatinga. In: SILVA, J.M.C., TABARELLI, M.,

FONSECA, M.T., LINS, L.U. (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA, p. 301-310.

FIDALGO, O. 1974. Adições à história da micologia brasileira. II. Fungos coletados por Willian John Burchell. Rickia, v. 6, p. 6-8.

FIDALGO, O. 1985. A História da Micologia Brasileira: I. Brasil Colônia. Revista Brasileira de História da Ciência, v. 2, p. 47-51.

FRIES, E.M. 1821. Systema Mycologicum vol. 1. Lund: Ex Officina Berlingiana.

GARDA, E.C. 1996. Atlas do meio ambiente do Brasil. Brasília, Editora Terra Viva.

GEML, J.; DAVIS, D.D.; GEISER, D.M. 2005a. Phylogenetic analyses reveal deeply divergent species lineages in the genus *Sphaerobolus* (Phallales: Basidiomycota). Molecular Phylogenetics and Evolution 35: p. 313-322.

GEML, J.; DAVIS, D.D.; GEISER, D.M. 2005b. Systematics of the genus *Sphaerobolus* based on molecular and morphological data, with the description of *Sphaerobolus ingoldii* sp. nov. Mycologia 97: p. 680-694.

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): p. 1166-1177.

GILBERTSON, R.L.; DESJARDIN, D.E.; ROGERS, J.D.;HEMMES, D.E. 2001. Fungi from the Mamane-Naio vegetation zone of Hawai'i. Fungal Diversity, 6, p. 35-68.

GIULIETTI, A.M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J.M. C.; TABARELLI, M., FONSECA, M.T., LINS, L.V. (Org.). 2003. Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, p. 382.

GOUVEIA, S.F.; RUIZ-ESPARZA, J.M.; SANTANA, V.B.; OLIVEIRA, J.C.C.; BITENCOURTI, D.P.; GOMES, L.J.; FARIA, R.G. 2010. Nove anos e Workshop: panorama dos resultados da definição de áreas prioritárias para a conservação da Caatinga. HOLOS Environment, 1 p. 83-94.

GRGURINOVIC, A.C. 1997. Larger Fungi of South Australia. Adelaide: Botanic Gardens of Adelaide and State Herbarium and Flora and Fauna of South Australia Handbooks Committee, p. 765.

GUERRERO, R.T., HOMRICH, M.H. 1999. Fungos macroscópicos comuns no Rio Grande do Sul – Guia para identificação. 2a ed. Porot Alegre: Ed. UFRGS.

GURGEL, F.E.; SILVA, B.D.B.; BASEIA, I.G. 2008. New records of *Scleroderma* from Northeastern Brazil. Mycotaxon, v. 105, p. 399-405.

GURGEL, R.A.F.; MELANDA, G.C.S.; FERREIRA, R.J.; ALFREDO, D.S.; BASEIA, I.G. 2017. *Mycenastrum catimbauense* (Agaricales, Basidiomycota), a new puffball species from the Brazilian semi-arid region. *Studies in Fungi* 2(1): p. 112-118.

HALGRIMSSON, H.; JENSSON, E.; KRISTINSSON, H. 1992. Three new gasteromycetes discovered in Iceland. *Naturufraedingurinn* 61: p. 219-227.

HAIMED, M., EL-ASSFOURI A., CHLIYEH, M., OUAZZANI-TOUHAMI, A., BENKIRANE, R., & DOUIRA, A. 2014. *Cyathus stercoreus* (Schw.) Detoni. A New coprophile species for The Fungal Mycoflora in Morocco. *International Journal of Recent Scientific Research* Vol. 4, Issue, 5, p. 1141-1143.

HALSALL, D.M. 1993. "Inoculation of wheat straw to enhance lignocellulose breakdown and associated nitrogenase activity". *Soil Biology and Biochemistry* 25: p. 419.

HASHEM, A.R.; AL-RAHMAH, A.N. 1993. Growth of *Podaxis Pistillaris* collected from Saudi Arabia at different concentrations of Cadmium and lead. *J King Saud Univ* 5: p. 127-135.

HAWKSWORTH, D.L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1,5 million species estimate revisited. *Mycological Research*. v. 105, p. 1422-1432.

HAWKSWORTH, D.L.; LÜCKING, R. 2017. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology spectrum* 5, n. 4.

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, p. 477-496.

HENNINGS, P. 1904. *Fungi Fluminenses a. cl. E. Ule collecti*. *Hedwigia*, v. 43, p. 78-95.

HERNÁNDEZ-NAVARRO, E., ESQUEDA, M., LIZÁRRAGA, M., LÓPEZ-PEÑA, D., & GUTIÉRREZ, A. 2015b. Registros nuevos de hongos gasteroides y mixomicetes de la Sierra de Mazatán, Sonora, México. *Revista mexicana de micología*, 42, p. 45-52.

HERNÁNDEZ-NAVARRO, E.; GUTIÉRREZ, A.; BARREDO-POOL, F.; ESQUEDA, M. 2015a. Especies de *Tulostoma* (Basidiomycetes, Agaricomycetes) en un matorral espinoso de Sonora, México. *Revista mexicana de micología*, 41, p. 65-72.

HERNÁNDEZ-NAVARRO, O. E., ESQUEDA, M., GUTIÉRREZ, A., & MORENO, G. 2013. Especies de *Disciseda* (Agaricales: Agaricaceae) en Sonora, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84, p. 163-172.

HERRERA, T. & PEREZSILVA, E. 1987. *Sphaerobolus*—record of a new genus of Gasteromycetes for Mexico. *Mycotaxon* 28: p. 413-414

HIBBETT, D.S.; BAUER, R.; BINDER, M.; GIACHINI, A.J.; HOSAKA, K.; JUSTO, A.; LARSSON, E.; LARSSON K.H.; LAWREY, J.D; MIETTINEN, O.; NAGY, L.G.; NILSSON, R.H.; WEISS, M.; THORN R.G. 2014. 14 Agaricomycetes. In: *Systematics and evolution*. Springer, Berlin, Heidelberg 7(2): p. 373-429.

HIBBETT, D.S.; BINDER, M.; BISCHOFF, J.F.; BLACKWELL, M.; CANNON, P.F.; ERIKSSON, O.E.; HUHDORF, S.; JAMES, T.; KIRK, P.M.; LÜCKING, R.; THORSTEN LUMBSCH, H.; LUTZONI, F.; MATHENY, P.B.; MCLAUGHLIN, D.J.; POWELL, M.J.; REDHEAD, S.; SCHOCH, C.L.; SPATAFORA, J.W.; STALPERS, J.Á.; VILGALYS, R.; AIME, M.C.; APTROOT, A.; BAUER, R.; BEGEROW, D.; BENNY, G.L.; CASTLEBURY, L.A.; CROUS, P.W.; DAI, Y.C.; 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.,; KURTZMAN, C.P.; LARSSON, K.H.; LICHTWARDT, R.; LONGCORE, J.; MIADLIKOWSKA, J.; MILLER, A.; MONCALVO, J.M.; MOZLEY-STANDRIDGE, S.; OBERWINKLER, F.; PARMASSTO, E.; REEB, V.; ROGERS, J.D.; ROUX, C.; RYVARDEN, L.,; SAMPAIO, J. P.; SCHÜSSLER, A.; SUGIYAMA, J.; THORN, R.G.; TIBELL, L.; UNTEREINER, W.A.; WALKER, C.; WANG, Z.; WEIR, A.; WEISS, M.; WHITE, M.M.; WINKA, K.; YAO, Y. J.; ZHANG, N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research* 111: p. 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. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94: p. 12002-12006.

HIBBETT, D.S. 2006. A phylogenetic overview of the Agaricomycotina. *Mycologia* 98: p. 917-925.

HOSAKA, K.; BATES, S.T.; BEEVER, R.E.; CASTELLANO, M.A.; COLGAN III, W.; DOMINGUEZ, 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 naestablishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. *Mycologia* 98(6): p. 949-959.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2012. Efetividade de gestão das Unidades de Conservação Federais do Brasil: resultados de 2010. Brasília: WWF – Brasil.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2005. Mapa de Biomas e de Vegetação. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 10/01/2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010a. Censo Demográfico Paraíba: IBGE. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br> Acesso em 10/01/2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010b. Censo Demográfico Rio Grande do Norte: IBGE. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br> Acesso em 10/01/2017.

IDEMA – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RN, PERFIL DO MUNICÍPIO. 2008. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/enviados/perfil_municipio.asp. Acesso em 10/01/2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2015. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3895>. Acesso em: 18 Dez 2018

JEPPSON, M.; NILSSON, H.R.; LARSSON, E. 2013. European earthstars in Geastraceae (Geastrales, Phallomycetidae) – a systematic approach using morphology and molecular sequence data. *Systematics and Biodiversity* 11 (4), p. 437-465.

JISKANI, M.M. 2001. Growing mushrooms: Step ahead to boost up the economy of Pakistan. *Pakis J. Econom Manag.* p. 15-17.

JONES, A.M. JONES, E. B. G. 1993. Observations on the marine gasteromycete *Nia vibrissa*. *Mycological Research*, v. 97, p. 1-6.

JORDAL, J.B.; GAARDER, G.; JEPPSON, M.; JOHANSEN, W.E. 2007. *Disciseda bovista* (Klotzsch) Henn. - en steppeart ny for Norge. *Agarica* 27: p. 2-8.

KANG, H.S.; JUN, E.M.; PARK, S.H.; HEO, S.J.; LEE, T.S.; YOO, I.D.; KIM, J.P. 2007. "Cyathusals A, B, and C, antioxidants from the fermented mushroom *Cyathus stercoreus*". *Journal of Natural Products* 70 (6): p. 1043-1045.

KANG, H.S.; KIM, K.R.; JUN, E.M.; PARK, S.H.; LEE, T.S.; SUH, J.W.; KIM, J.P. 2008. "Cyathuscavins A, B, and C, new free radical scavengers with DNA protection activity from the Basidiomycete *Cyathus stercoreus*". *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 18 (14): p. 4047-50.

KIRK, P.M. CANNON, P.F. MINTER, D.W. STALPERS, J.A. 2008. *Dictionary of the Fungi*. 10th ed. Wallingford: CABI Publ., p. 771.

KNIGHT, 1913. E. The application of fungi as styptics. *The British Medical journal*, p. 437-438.

KORNERUP, A., WANSCHER, J.H. 1978. *Methuen Handbook of Colours*. 3rd edition. London, Eyre Methuen.

KREISEL, H. 1967. *Taxonomisch-Pflanzengeographische monographie der gattung Bovista*. *Beih. Nova Hedwigia* 25: p. 1-244.

KREISEL, H. 1989. Studies in the *Calvatia* complex (Basidiomycetes). *Nova Hedwigia*, v. 48, n. 34, p. 281-296.

KREISEL, H. 1990. *Crucibulum laeve* (Huds.) Kambly. Tiegel-Teuerling. *Boletus*. v. 14, n. 2.

KREISEL, H. 1992. An emendation and preliminary survey of the genus *Calvatia* (Gasteromycetidae). *Persoonia*, v. 14, n. 4, p. 431-439.

KREISEL, H. 1994. Studies in the *Calvatia* complex (Basidiomycetes) 2. *Feddes Repert.* 105: p. 369- 376.

KRÜGER, D., BINDER, M., FISCHER, M., KREISEL, H. 2001. The Lycoperdales. A molecular approach to the systematics of some gasteroid mushrooms. *Mycologia* 9: p. 947-957.

- KUHAR, F.; CASTIGLIA, V.; ZAMORA, J. C.; PAPINUTTI, L. 2012. New records and notes on gasteroid fungi of arid regions in Argentina. *Sydowia*, v. 64 n. 2, p. 233-244.
- LÆSSØE, T., SPOONER, B. 1994. The uses of 'Gasteromycetes'. *Mycologist* 8: p. 154-159.
- LANGE, M. 1993. "Classifications in the *Calvatia* group," *Blyttia*, v. 51, p. 141-144.
- LARSSON, E., JEPPSON, M.; LARSSON, K.H. 2009. Taxonomy, ecology and phylogenetic relationships of *Bovista pusilla* and *B. limosa* in North Europe. *Mycological Progress* 8: p. 289-299.
- LEAL, I.R., M. TABARELLI & J.M.C. SILVA. 2003. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. p. 822.
- LEAL, I.R., SILVA, J.M.C., TABARELLI, M., LACHER JR, T.E. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade* 1: p. 139-146.
- LEE, W.S. 1957. Two new Phalloids from Taiwan. *Mycologia*, [S.1], v.49, p.156-158.
- LEITE, A.G.; BASEIA, I.G. 2007. Novos registros de Geastraceae Corda para o nordeste brasileiro. *Sitientibus Serie Ciencias Biológicas*, v. 7, n. 2, p. 178-183.
- LEITE, A.G.; CALONGE, F.D.; BASEIA, I.G. 2007b. Additional studies on *Geastrum* from northeastern Brazil. *Mycotaxon*, v. 101, n. September, p. 103-111.
- LEITE, A.G.; SILVA, B.D.B.; ARAÚJO, R.S.; BASEIA, I.G. 2007a. Espécies raras de Phallales (Agaricomycetidae, Basidiomycetes) no Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 21: p. 119-124.
- 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(1): p. 383-392.
- LIMA, A.A. 2018. Fungos Gasteroides (Basidiomycota) na Área de Proteção Ambiental Piquiri-Una e no Parque Estadual Mata da Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução. - Natal/RN, 132 p.
- LIU, B. 1984. The Gasteromycetes of China. *Beihefte zur. Nova Hedwigia*, v. 74, p. 1-235.
- LIZÁRRAGA, M., ESQUEDA, M., GUTIÉRREZ, A. 2010. El género *Disciseda* (Agaricales, Agaricaceae) en la Planicie Central del Desierto Chihuahuense, México. *Revista Mexicana de Micología* 32: p. 41-47.
- LLOYD, C.G. 1902. The genera of Gastromycetes. *Cincinnati, Mycological Writings*.
- LODGE, D.J., AMMIRATI, J.A., O'DELL, T.E., MUELLER, G.M., HUHDORF, S.M., WANG, C.J., STOKLAND, J.N., SCHMIT, J.P., RYVARDEN, L., LEACOCK, P.R., MATA, M., UMAÑA, L., WU, Q., CZEDERPILTZ, D.L. 2004. Terrestrial and lignicolous macrofungi.

In: Mueller, G.M., Bills, G.F., Foster, M.S. (eds.) Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods. Boston, Elsevier Academic Press, p. 127-172.

LONG, W.H.; AHMAD, S. 1947. The genus *Tylostoma* in India. *Farlowia*, v3, p. 242-243.

LONG, Y.L.; HUA, L. H.; DELL, B. 2006. Inoculation of *Eucalyptus urophylla* with spores of *Scleroderma* in a nursery in south China: Comparison of field soil and potting mix. *Forest Ecology and Management*. v. 222, p. 439-449.

LUETZELBURG, P.V. 1923. Estudos botânicos do Nordeste. Inspeção Federal de Obras Contra as Secas. Rio de Janeiro. Série I, A. Publ. n. 57. 5 vls.

MAIA, L.C.; CARVALHO JÚNIOR, A.A.D.; CAVALCANTI, L.D.H.; GUGLIOTTA, A.D.M., DRECHSLER-SANTOS, E.R., SANTIAGO, A.L.D.A.; CÁRCERES, M.E.S.; GILBERTONI, T.B.; APTROOT, A.; GIACHINI, A.J.; SOARES, A.M.S.; SILVA, A.C.G.; MAGNAGO, A.C.; GOTO, B.T.; LIRA, C.R.S.; MONTOYA C.A.S.; PIRESZOTTARELLI, C.L.A.; SILVA, D.K.A.; SOARES, D.J.; REZENDE, D.H.C.; LUZ, E.D.M.N.; GUMBOSKI, E.L.; WARTCHOW, F.; KARSTEDT, F.; FREIRE, F.M.; COUTINHO, F.P.; MELO, G.S.N.; SOTÃO, H.M.P.; BASEIA, I.G.; PEREIRA, J.; OLIVEIRA, J.J.S.; SOUZA J.F.; BEZERRA J.L.; NETA, L.S.A.; PFENNING, L.H.; GUSMÃO, L.F.P.; NEVES, M.A.; CAPELARI, M.; JAEGER, M.C.W.; PULGARIN, M.P.; JUNIOR, N.M.; MEDEIROS, P.S.; FRIEDRICH, R. C.S.; CHIKOWSKI, R.S.; PIRES, R.M.; MELO, R.F.; SILVEIRA, R.M.B.; URREA-VALENCIA, S.; CORTEZ, V.G.; SILVA, V.F. 2015. Diversity of Brazilian fungi. *Rodriguésia* 66(4): p. 1033-1045.

MAO, X.L. 2000. The Macrofungi in China (M), Zhengzhou. Henan Science and Technology Press, p. 1-610.

MARGULES, C.R., PRESSEY, R.L. 2000. Systematic Conservation Planning. *Nature*, v. 405. p. 243-253.

MARTINEZ, A. 1971. Notas sobre el genero *Podaxis* (Gasteromycetes) en Argentina. *Soc Argen Bot Bol.* 14: p. 73-87.

MCKENZIE, E.H.C & FOGGO, M.N. 1989. Fungi of New Zealand subantarctic islands. *New Zeal J Bot* 27: p. 91-100.

MEDINA-ORTIZ, A.J., HERRERA, T., VÁSQUEZ-DÁVILA, M.A., RAJA, H.A., & FIGUEROA, M. 2017. The genus *Podaxis* in arid regions of Mexico: preliminary ITS phylogeny and ethnomycological use. *MycKeys*, v. 20, p. 17.

MILLER, K.O.; MILLER, H.H. 1988. *Gasteromycetes: Morphological and Development Features*. Mad Rivers Press, p. 156.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 1998. Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica. Ministério do Meio Ambiente - MMA, Brasília.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2002. Biodiversidade Brasileira: Avaliação e Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Série Biodiversidade n° 5. p. 404.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2010. Florestas do Brasil em resumo, dados de 2005-2010. Brasília: SFB, p.152.

MÖLLER, A. 1895. Brasilische Pilzblumen. [S.l.] Jena: Gustav Fischer. p. 152.

MONCALVO, J.M., VILGALYS, R., REDHEAD, S.A., JOHNSON, J.E., JAMES, T.Y., AIME, M.C., HOFFSTETTER, V., VERDUIN, S.J.W., LARSSON, E., NARONI, T.J., THORN, R.G., JACOBSSON, S., CLÉMENÇON, H., MILLER JR, O.K. 2002. One hundred and seventeen clades of euagarics. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 23: p. 357-400.

MONTHOUX, O. 1982. Micromorphologie des spores et capillitiums des Gastéromycètes des stations xériques de la région de Genève, étudiée au microscope électronique á balayage (SEM). *Candollea* 37: p. 63-99.

MORALES, M.I.; KIMBROUGH, J.W. 1978. The Lycoperdaceae of North Central Florida. I. The genera *Calvatia* and *Disciseda*. *Revista de Biologia Tropical* 26: p. 227-236.

MORAVEC, Z. 1954. On some species of the genus *Disciseda* and other Gasteromycetes. *Sydowia* 8: p. 278-86.

MORENO, G.; ESQUEDA, M.; PEREZ-SILVA, E.; HERRERA, T.; ALTES, A. 2007. Some interesting gasteroid and secotioid fungi from Sonora, Mexico. *Persoonia* 19: p. 265-80.

MORENO, G.; LIZÁRRAGA, M.; ESQUEDA, M.; CORONADO, M.L. 2010. Contribution to the study of gasteroid and secotioid fungi of Chihuahua, Mexico. *Mycotaxon*, 112(1), p. 291-315.

MORGAN, A.P. 1890. North American Fungi. The Gasteromycetes. III. *J Cinc Soc Nat Hist* 12: p. 163-172.

MORSE, E.E. 1933. A study of the genus *Podaxis*. *Mycologia* 25: p. 1-33.

MOUSTAFA, A.F. 1975. A preliminary annotated list of fungi from Kuwait. *J. Univ. Kuwait (Sci.)*, 2, p. 67-88.

MOYERSON, B.; DEMOULIN, V. 1996. Les Gastéromycètes de Corse: taxonomie, écologie, chorologie. *Lejeunia* 152: p. 1-130.

MUHSIN, T.M., ABASS, A.F., AL-HABEEB, E.K. 2012. *Podaxis pistillaris* (Gasteromycetes) from the desert of southern Iraq, an addition to the known mycota of Iraq. *Journal of Basrah Researches* 38: p. 29-35.

NIMER, E. 1972. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. *Revista Brasileira de Geografia* 34: p. 3-51.

PEGLER, D.N.; LÆSSØE, T.; SPOONER, B.M. 1995. British puffballs, earthstars, and stinkhorns. London, Royal Botanic Gardens, Kew. 255p.

PÉREZ-SILVA, E.; ESQUEDA, M.; MORENO, G.; ALTÉS, A. 2000. *Disciseda verrucosa* (Gasteromycetes) in Mexico. *Mycotaxon* 76: p. 337-343.

PERSOON, C.H. 1794. Neuer Versuch einer systematischen Eintheilung der Schwämme. *Neues Magazin für die Botanik* 1: p. 63–128.

PERSOON, C.H. 1801. *Synopsis Methodica Fungorum*. Gottingae, Germany. 706 pp.

PIÑA-PÁEZ, C.; ESQUEDA, M.; GUTIÉRREZ, A.; ALTÉS, A. 2010. First record of *Tulostoma gracilipes* (Agaricales, Agaricaceae) for the Americas. *Mycotaxon* 113: p. 371-376.

POUMARAT, S. 2003. Clé des Gasteromycetes épigés d'Europe. Phallales: Geastraceae, Hysterangiaceae, Phallaceae; Agaricales: Lycoperdaceae, Mycenastraceae, Nidulariaceae, Phelloriniaceae, Tulostomataceae; Boletales: Sclerodermataceae (genres sécotoïdes exclus). *Monographies Mycologiques de la FAMM*, n° 2, 2ème édit. revue et augmentée, Edit. FAMM, Nice.

PRADO, D. 2003. As caatingas da América do Sul. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. p. 3-73.

PRANCE, G.T. 1987. Vegetation. In: T.C. Whitmore & G.T. Prance (eds.). *Biogeography and Quaternary history in tropical America*. Oxford Science Publications, Oxford, Reino Unido. p. 28-45.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2014. xix, 856 p.

REBRIEV, Y., & DVADNENKO, K. 2016. *Bovista helenae*, new puffball from Russia. *Studies in Fungi*, 1(1), p. 142-145.

REIS, A.C. 1976. Clima da caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 48: p. 325-335.

RICHARDSON, M.J. 2001. Coprophilous fungi from Brazil. *Brazilian Archives of Biology and technology*, v. 44, n. 3, p. 283-289.

RICK, J. 1961. Basidiomycetes Eubasidii in Rio Grande do Sul-Brasilia. *Iheringia, Sér. Bot.*, v. 9, p. 451-480.

ROCABADO, D.; WRIGHT, J.E.; MAILLARD, O.; MUCHENIK, N.F. 2007. Catálogo de los gasteromycetes (Fungi: Basidiomycotina) de Bolivia. *Kempffiana*, 3(1), p. 3-13.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E.V.S. B. 2002. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGINIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. (Ed.). *Vegetação e flora da caatinga*. Recife: PNE/CNIP, p. 11-24.

SANTANA, M.D.F.; RODRIGUES, L.D.S.I.; DO AMARAL, T.S.; PINHEIRO, Y.G. 2017. Fenoloxidase e Biodegradação do Corante Têxtil Azul Brilhante de Remazol R (RBBR) para

três Espécies de Macrofungos coletadas na Amazônia. SaBios-Revista de Saúde e Biologia 11(2): p. 53-60.

SILVA, B.D.B, BASEIA, I.G. 2014. New records of *Disciseda* (Agaricales, Fungi) in the semiarid regions of Northeast Brazil. J Torrey Bot Soc.141(4): p. 353-362.

SILVA, B.D.B. 2013. Estudos sobre fungos gasteroides (Basidiomycota) no Nordeste Brasileiro. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Biologia de Fungos. Recife. 230 p.

SILVA, B.D.B.; CABRAL, T.S.; MARINHO, P.; ISHIKAWA, N.K.; BASEIA, I.G. 2013a. Two new species of *Geastrum* (Gaeastraceae, Basidiomycota) found in Brazil. Nova Hedwigia 96(3-4): p. 445-456.

SILVA, B.D.B. CALONGE, F.D. BASEIA, I.G. 2007a. Studies on *Tulostoma* (Gasteromycetes) in the Neotropics. Some Brazilian species. Mycotaxon, v. 101, p. 47-54.

SILVA, B.D.B. LEITE, A.G. BASEIA, I.G. 2007b. *Battarrea stevenii* (Libosch.) Fr. (Tulostomataceae), um raro fungo xerófilo: primeiro registro para o Brasil. Acta Botanica Brasílica. v. 21, n. 3, p. 623-625.

SILVA, F.B.R. RICHÉ, G.R. TONNEAU, J.P. SOUSA NETO, N.C. BRITO, L.T.L. CORREIA, R.C. CAVALCANTI, A.C. SILVA, F.H.B.B. SILVA, A.B. & ARAÚJO FILHO, J.C. 1993. Zoneamento agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina, Embrapa-CPATSA/Recife, Embrapa-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 2v.

SILVA, J.M.C. TABARELLI, M. FONSECA, M.T. 2004. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade na Caatinga. In: SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Org.). Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco. p. 349-374.

SILVEIRA, V.D. 1943. O gênero *Calvatia* para o Brasil. Rodriguésia, v. 16, p. 63-80.

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: p. 437-457.

SOTO, M.K.; WRIGHT, J.E. 2000. Taxonomia del genero *Geastrum* (Basidiomycetes, Lycoperdales) em la provincia de Buenos Aires, Argentina. Boletin de la Sociedad Argentina de Botanica 34 (3-4), p. 185-201.

SOUSA, J.O.; MORAIS, L.A.; NASCIMENTO, Y.M.; BASEIA, I.G. 2014. Updates on the geographic distribution of three *Geastrum* species from Brazilian semi-arid region. Mycosphere 5(3), p. 467-474.

SOUSA, J.O. 2015. O gênero *Geastrum* Pers. (Gaeastraceae, Basidiomycota): ocorrência, chave taxonômica e descrições de novas espécies do Nordeste brasileiro. Dissertação (Mestrado em

Sistemática e Evolução) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 162 p.

SOUSA, J.O.; SUZ, L.M.; GARCÍA, M.A., ALFREDO, D.S., CONRADO, L. M., MARINHO, P.; AINSWORTH, M.; BASEIA, I.G.; MARTÍN, M.P. 2017. More than one fungus in the pepper pot: Integrative taxonomy unmasks hidden species within *Myriostoma coliforme* (Geastraceae, Basidiomycota). PloSONE 12(6): e0177873.

SULTANA, K.; GUL, M.; FIRDOUS, S.S.; ASGHAR, R. 2007. Hymenomycetes from Multan District. Pakistan J Bot 39: p. 651-657.

SUNHEDE, S. 1989. Geastraceae (Basidiomycotina): Morphology, ecology and systematics with special emphasis on the North European species. 1 st ed. Norway: Synopsis Fungorum 1. p. 534.

SYDOW, H.; SYDOW, P. 1907. Verzeichnis der von Herrn F. Noack in Brasilien gesammelten Pilze. Annales Mycologici, v. 5, n. 4, p. 348-363.

TABARELLI, M., VICENTE, A. 2002. Lacunas de conhecimento sobre as plantas da Caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B. GIULIETTI, A.M. VIRGÍRIO, J. GAMARRA-ROJAS, C.F.L. (orgs) Vegetação e flora da Caatinga. Associação Plantas do Nordeste e Centro Nordestino de Informações sobre Plantas, Recife. p. 25-40.

THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL & ASSOCIAÇÃO CAATINGA. 2004. As unidades de conservação do bioma Caatinga. In: SILVA, J.M.C., TABARELLI, M., FONSECA M.T., & LINS, L.V. (orgs.).

TOLEDO, L.D. 1993. Gasteromycetes (Eumycota) del Centro y Oeste de la Argentina. I. Analises critico de los caracteres taxonômicos. Clave de los gêneros y ordem Podaxales. Darwiniana [S.1] v.32. n. 1-4 p. 195-235.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BASEIA, I.G. 2009a. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). Mycotaxon, v. 108, p. 441-444.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BEZERRA, K.M.T.; BEZERRA, J.L.; BASEIA, I.G. 2009b. First records of Geastraceae and Nidulariaceae (Basidiomycota, Fungi) from Bahia, northeastern Brazil. Revista Brasileira de Biociências 7: p. 316-319.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; CALONGE, F.D.; BASEIA, I.G. 2011a. New distributional data on *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) from Brazil. Acta Botanica Brasilica, v. 25, n. 3, p. 577-585.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; GOMES-SILVA, A.C.; BASEIA, I. G. 2011. Observations on gasteroid Agaricomycetes from the Brazilian Amazon rainforest. Mycotaxon, v. 118, p. 273-282.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; KREISEL, H.; BASEIA, I. G. 2010. New data on puffballs (Agaricomycetes, Basidiomycota) from the Northeast Region of Brazil. Mycotaxon, v. 111, p. 411-421.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; LOGUERCIO-LEITE, C.; CALONGE, F.D.; BASEIA, I.G. 2009c. An emendation of *Phallus glutinolens*. Mycological Progress 8(4): p. 337-380.

UMEZAWA, H. T. 1975. A new antibiotic, calvatic acid. Journal of Antibiotics 28: p. 87-90.

VANZOLINI, P.E.; A.M.M. RAMOS-COSTA & L.J. VITT. 1980. Répteis das Caatingas. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

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

VIÉGAS, A.P. 1945. Alguns fungos do Brasil X. Bragantia, v. 5, p. 584-595.

VIZZINI, A.; PANNO, L. 2010. *Disciseda bovista*, recently collected from northern Italy, and *Lycoperdon defossum*, a synonym of *D. candida*. Mycotaxon 113: p. 129-136.

WALLEYN, R.; RAMMELOO, J. 1994. The poisonous and useful fungi of Africa south of the Sahara: a literature survey. Scripta Bot Belgica 10: p. 1-56.

WARTCHOW, F. SILVA, S.M. 2007. Primeira ocorrência de *Calvatia cyathiformis* (Basidiomycota) em Caatinga, Estado de Pernambuco, Brasil. Sitientibus Serie Ciências Biológicas, v. 7, n. 2, p. 176-177.

WATLING, R.; GREGORY, N.M. 1977. Larger fungi from Turkey, Iran and neighboring countries. Karstenia 17: p. 70.

WEBSTER, J.; WEBER, R.W.S. 2007. Introduction to Fungi. 1 st editi ed. New York: Cambridge University Press. p. 846.

WIKCLOW, D.T.; DETROY, R.W.; JESSEE, B.A. 1980. "Decomposition of lignocellulose by *Cyathus stercoreus* (Schw.) de Toni NRRL 6473, a "white rot" fungus" from cattle dung". Applied and Environmental Microbiology 40 (1): p. 169-70.

WOODWARD, T.J. 1794. An essay towards an history of the British stellated Lycoperdons, being an account of such species as have been found in the neighbourhood of Bungay, in Suffolk. - Trans. Linn. Soco London 2: p. 32-62.

WRIGHT, J.E.; ALBERTÓ, E. 2006. Guía de los hongos de la Región Pampeana. II. Hongos sin laminillas. Buenos Aires: L. O. L. A. p. 412.

WRIGHT, J.E. 1987. The genus *Tulostoma* (Gasteromycetes). A world monograph. J. Cramer, Berlin, Stuttgart.

YAN-YAN, X.; HUI-ZHEN, Z.; LEI, L.; LI, F. 2007. Two new records of *Disciseda* in China. Mycosystema 26: p. 179-181.

ZELLER, S.M. 1949. Keys to the orders, families, and genera of the Gasteromycetes. Mycologia 41: p. 36-58.

ZELLER, S.M.; SMITH, A.H. 1964. The genus *Calvatia* in North America. *Lloydia* 27: p. 148-186.

ZERVAKIS, G.; DIMOU, D.; BALLIS, C. 1998. A check-list of the Greek macrofungi including hosts and biogeographic distribution: I. *Basidio Mycotax* 66: p. 273-336.

ZHAO, R.L; LI, G.J; SÁNCHEZ-RAMÍREZ, S; STATA, M; MONCALVO, J.M; YANG, Z.L; WU, G; DAI, Y.C; HE, S.H; CUI, B.K; ZHOU, J.L; WU, F; HE, M.Q; HYDE, K.D. 2017. A six-genes phylogenetic overview of Basidiomycota and allied phyla with estimated divergence times of higher taxa and a phyla proteomics perspective. *Fungal Divers*, p. 84.

APÊNDICE 1 – ARTIGO PUBLICADO NA REVISTA FUNGAL PLANET

326

Persoonia – Volume 41, 2018



Fungal Planet 824 – 13 December 2018

Calvatia caatinguensis R.L. Oliveira, R.J. Ferreira, B.D.B. Silva, M.P. Martín & Baseia, *sp. nov.**Etymology.* Referring to the biome in which it was collected.

Classification — Agaricaceae, Agaricales, Agaricomycetes.

Basidiomata growing solitary, 35–40 mm wide × 45–58 mm high, pyriform to turbinate. *Exoperidium* slightly tomentose, evanescent, greyish brown (7E3, Komerup & Wanscher 1978), at the base with sand encrusted at maturity. *Mesoperidium* membranaceous, smooth, greyish yellow to brown (4B4 to 5F5) at maturity. *Endoperidium* papyraceous externally, persistent in the basal portion, olive brown to brown (4E3 to 5E4). *Gleba* initially compact and white to yellowish white (4A1 to 4A2), becoming lanose and powdery, brownish grey to dark brown (5D2 to 9F4) at maturity. *Subgleba* well-developed, occupying two thirds of the basidioma, when mature pale yellow at base to dark brown going up (4A3 to 6F8), and presenting a different colour band, yellowish white (4A2) at the apex of subgleba. *Rhizomorphs* densely encrusted with sand, 2.5–6.2 µm diam, regular walls ≤ 1.3 µm thick, curved, branched, septate, hyaline in 5% KOH, and dextrinoid. *Exoperidium* composed for hyphae, 2.7–4.5 µm diam, with regular walls ≤ 0.7 µm thick, straight, rarely branched and septate, hyaline in 5% KOH and not dextrinoid. *Endoperidium* with hyphae 2.8–5.1 µm diam, with regular walls ≤ 1.16 µm thick, straight, branched, frequently septate, pale brown in 5% KOH, and dextrinoid; presence of mycosclereids globose, subglobose, pyriform, triangular, ovoid, ellipsoid or rectangular shape, present in the apical portion, 14.4–29.5 × 7.6–17.8 µm, with regular walls ≤ 1.35 µm thick, and straight. *Subgleba* with hyphae measuring 2.3–4.2 µm diam, with regular walls ≤ 1.2 µm thick, curved, branched, septate, hyaline in 5% KOH, and dextrinoid. *Paracapillitium* absent. *Capillitium* *Calvatia*-type, hyphae 2.7–4.5 µm diam with regular walls ≤ 0.88 µm thick, straight, frequently branched, septate, with small and numerous circular pits, hyaline in 5% KOH, dextrinoid. *Basidiospores* subglobose, equinulated, 5.4–7.4 × 5.1–6.7 µm [$\chi = 5.9 \pm 0.5 \times 5.6 \pm 0.4$; $Q_m = 1.06$; $n = 20$], pedicels present in some spores, ≤ 1.09 µm, hyaline in 5% KOH, dextrinoid and acyanophilic.

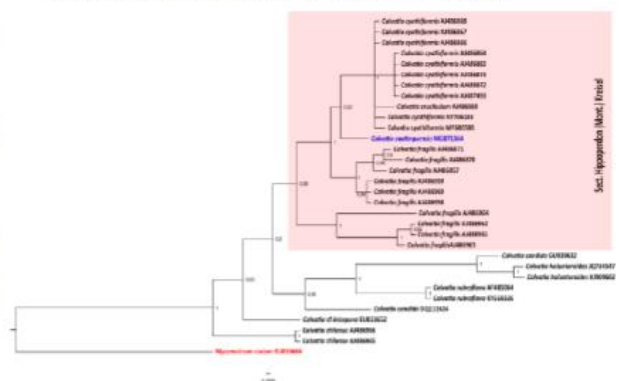
Habit & Habitat — Growing solitary or two basidiomata on decaying leaves.

Typus. BRAZIL, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, near trail, soil, Feb. 2017, R.L. Oliveira (holotype UFRN fungos 2945, ITS and LSU sequences GenBank MG871364 and MH988750, MycoBank MB824127).

Notes — *Calvatia caatinguensis* is a typical species in section *Hippoperdon*. Based on morphological and molecular

Colour illustrations. Brazil, Rio Grande do Norte, João Câmara, Serra do Torreão, where the specimens were collected; immature basidiome *in situ* (UFRN-Fungi 2946); longitudinal section through mature basidiome (UFRN-Fungi 2945); mature basidiome *in situ* (UFRN-Fungi 2945); capillitium under SEM (UFRN-Fungi 2266); basidiospores under SEM (UFRN-Fungi 2266). Scale bars = 10 mm (basidiomata), 1 µm (basidiospores and capillitium).

characters, it is closely related to some other *Calvatia* species, such as *C. crucibulum*, *C. cyathiformis*, *C. fragilis* and *C. lilacina*. *Calvatia fragilis* has a lycoperdon-type capillitium with numerous small circular pits; however, *C. fragilis* does not have a subgleba or it is reduced, and basidiospores are smaller and finely equinulated (Morgan 1890, Silveira 1943). *Calvatia crucibulum*, a species reported only by Kreisel (1992, 1994), has similar morphological characteristics, such as a capillitium with small and numerous pits, woolly gleba, and fine exoperidium. However, in those publications the author does not describe some macroscopic (subgleba) and microscopic structures (basidiospores), which makes a comparison difficult. In the present study these two species are well separated by their ITS nrDNA barcode sequences. *Calvatia lilacina* is another morphologically similar species to *C. caatinguensis*, mainly based on the distinct colour band at the apex of the subgleba; however, *C. lilacina* has smaller basidiospores (3–5 µm), which are verrucose to spinulose (Bottomley 1948). In recent decades, *C. fragilis* and *C. lilacina* have been considered by some researchers as synonyms of *C. cyathiformis* (Bottomley 1948, Zeller & Smith 1964, Liu 1984, Moyersoen & Demoulin 1996, Poumarat 2003, Wartchow & Silva 2007), while others have considered *C. lilacina* as a synonym of *C. fragilis* (Kreisel 1992, 1994). *Calvatia cyathiformis* is recognised by the violaceous gleba; pulverulent, verrucose to echinate basidiospores, subgleba cellular and well developed, capillitium long, branched and with numerous circular pits (Dissing & Lange 1962, Zeller & Smith 1964). This species has been reported in several parts of the world (Morgan 1890, Dissing & Lange 1962, Zeller & Smith 1964, Liu 1984, Moyersoen & Demoulin 1996, Poumarat 2003), including Brazil (Silveira 1943, Viégas 1945, Wartchow & Silva 2007). *Calvatia cyathiformis* is characterised by a marked morphological variation in basidiospores and capillitium. However, *C. caatinguensis* has a distinct colour band at the apex of the subgleba, in addition to a marked encrustation at the basal exoperidium when mature, not observed in *C. cyathiformis*. Morphological and molecular data (ITS nrDNA) provide strong support for *C. caatinguensis* as a distinct species of *Calvatia*.



Renan de L. Oliveira, Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Senador Salgado Filho, 3000, 59072-970 Natal, RN, Brazil; e-mail: brazil_renan77@yahoo.com.br

Renato F. Juciano, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Departamento de Micologia, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-420 Recife, PE, Brazil; e-mail: renatojuciano@hotmail.com

Bianca D.B. Silva, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, 40170115 Ondina, Salvador, BA, Brazil; e-mail: bianca.denise@ufba.br

María P. Martín, Department of Mycology, Real Jardín Botánico RJB-CSIC, Plaza de Murillo 2, 28014 Madrid, Spain; e-mail: maripaz@rjb.csic.es

Iuri G. Baseia, Departamento Botânica e Zoologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, 59072-970 Natal, RN, Brazil; e-mail: baseia@cb.ufrn.br

References

- Bottomley AM (1948) Gasteromycetes of South Africa. *Bothalia* 4(3): 473–810
- Dissing H, Lange M (1962) Gasteromycetes of Congo. *Bulletin du Jardin Botanique de l'État a Bruxelles* 32(4): 325–416
- Kornerup A, Wanscher JH (1978) *Methuen Handbook of Colour*. 3rd ed. Eyre Methuen, London.
- Kreisel H (1992) An emendation and preliminary survey of the genus *Calvatia* (Gasteromycetidae). *Persoonia*, 14: 431–439
- Kreisel H (1994) Studies in the *Calvatia* complex (Basidiomycetes) 2. *Feddes Repert.* 105: 369–376
- Liu B (1984) The Gasteromycetes of China. *Beiheftezur, Nova Hedwigia* 76:1–235
- Morgan AP (1890) North American Fungi. The Gasteromycetes. III. *J Cinc Soc Nat Hist* 12: 163–172
- Moyersoen B, Demoulin V (1996) Les Gastéromycètes de Corse: Taxonomie, Écologie, Chorologie. *Lejeunia* 152: 1–130
- Poumarat, S. (2003) Clé des Gastéromycètes épigés d'Europe. Phallales: Geastraceae, Hysterangiaceae, Phallaceae; Agaricales: Lycoperdaceae, Mycenastraceae, Nidulariaceae, Phelloriniaceae, Tulostomataceae; Boletales: Sclerodermataceae (genres sécotioïdes exclus). *Monographies Mycologiques de la FAMM, n° 2, 2ème édit. revue et augmentée, Edit. FAMM, Nice, 100 pp.*
- Silveira VD (1943) O gênero *Calvatia* no Brasil. *Rodriguésia* 16: 63-80
- Viégas AP (1945) Alguns fungos do Brasil, X: Gasteromicetos. *Bragantia*, 5(9): 583–595
- Wartchow F, Silva SM (2007) Primeira ocorrência de *Calvatia cyathiformis* (Basidiomycota) em Caatinga. Estado de Pernambuco, Brasil. *Sitientibus Série Ciências Biológicas* 7: 176–177
- Zeller SM, AH Smith (1964) The genus *Calvatia* in North America. *Lloydia* 27(3): 148–186