



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR



DIVERSIDADE DO GÊNERO *GEASTRUM* (GEASTRALES, BASIDIOMYCOTA) NA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE – FLONA ARARIPE, CRATO - CE, BRASIL



RENATO JUCIANO FERREIRA

CRATO-CE, 2015

RENATO JUCIANO FERREIRA

DIVERSIDADE DO GÊNERO *GEASTRUM* (GEASTRALES, BASIDIOMYCOTA) NA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE – FLONA ARARIPE, CRATO – CE, BRASIL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular – PPBM da Universidade Regional do Cariri - URCA, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Bioprospecção Molecular.

Área de concentração: Biodiversidade.

Orientadora:

Profa. Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda

Co-Orientador:

Prof. Dr. Iuri Goulart Baseia

CRATO-CE, 2015

Ferreira, Renato Juciano.

F383d Diversidade do gênero *Geastrum* (Geastrales, Basidiomycota) na Floresta Nacional do Araripe – FLONA ARARIPE, Crato – CE, Brasil/ Renato Juciano Ferreira. – Crato-CE, 2015.

107p.; il.

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Bioprospecção Molecular – PPBM da Universidade Regional do Cariri - URCA. Área de concentração: Biodiversidade.

Orientadora: Profa. Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda

Co-Orientador: Prof. Dr. Iuri Goulart Baseia

1. Fungos; 2. Taxonomia; 3. Diversidade; 4. Gasteromycetes.

I. Título.

CDD: 576

RENATO JUCIANO FERREIRA

DIVERSIDADE DO GÊNERO *GEASTRUM* (GEASTRALES, BASIDIOMYCOTA) NA FLORESTA NACIONAL DO ARARIPE – FLONA ARARIPE, CRATO – CE, BRASIL

Defesa em: 14 de janeiro de 2015.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA analisada e aprovada pela banca examinadora:

Profa. Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Orientadora)

Prof. Dr. Henrique Douglas Melo Coutinho
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro avaliador interno titular)

Profa. Dra. Bianca Denise Barbosa da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
(Membro avaliador externo)

Profa. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro avaliador interno suplente)

Dedico essa dissertação ao meu pai Francisco Ferreira da Silva (Tico) e minha mãe Maria Ferreira da Silva (Socorrinha) pela imensa dedicação com minha educação e formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus pela oportunidade de realizar este trabalho e com este conhecer pessoas incríveis que se tornaram amigos que levarei pelo resto de minha vida.

À minha família: pai (Tico), mãe (Socorro), irmã (Prociana), sobrinha (Nicole) e cunhado (Wanderlan) pelo apoio de sempre, inclusive em coletas de campo com o Sr. Tico. Além de minha namorada (Sheila) pelas ausências constantes por causa de atividades do mestrado, além do incentivo e apoio irrestrito de sempre.

À minha orientadora Profa. Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda por ter me aceitado como orientando, acreditado em meu potencial e me proposto uma nova área estudo dentro do mestrado que não só contribui pra minha vida pessoal e profissional, como também para FLONA ARARIPE e Universidade.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Iuri Goulart Baseia por ter aceitado como orientando (pelo facebook), assim como disponibilizar toda estrutura laboratorial do Laboratório de Biologia dos Fungos, materiais impressos e online, ajuda na identificação das espécies, bem como na correção dessa dissertação. Meu muito obrigado.

Aos colegas do Laboratório de Botânica da URCA pelo companheirismo em tudo, amizade e ajuda nas coletas, em especial Irismã, Anne Jussara e Karla Jaqueline (o pessoal do “zerim, um ou dois”). Assim como Chielio e Patrícia que coletaram comigo, assim como aqueles que não foram a campo, mas se disponibilizaram ajudar de alguma forma.

Ao Fred, motorista do carro do mestrado, pela amizade e conversas durante viagens.

Aos colegas do Laboratório de Biologia dos fungos da UFRN: Rhudson, Thiago, Ana Clarissa, Yasmim, Donis, Freitas, Layana, Nathalia, Tiara, Elielson e Mariana que de alguma forma contribuíram para este trabalho (artigos, materiais), pelo companheirismo, pela amizade ou “conversa jogada fora”. Em especial Julieth que me auxiliou na análise microscópica das espécies e na identificação destas. Agradeço mesmo pela sua enorme contribuição.

Ao Marcos e Cida por terem alojado um desconhecido em sua casa por mais de um mês, além de me ajudarem desde os seminários, passando coletas de campo (Marcos), disponibilização de material e até ajuda na identificação de espécies. Devo muito a vocês.

A profa. Msc. Elaine pelo apoio e indicação dos nomes dos profs. Sirleis e Iuri, aposta que deu certo.

Aos amigos que sempre nos apoiam em tudo e rezam por mim. Não vou citar todos para não cometer o erro de faltar com alguém, mas especialmente a Nelson que me ajudou nas coletas de campo.

À URCA pela vaga no Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção molecular.

Ao ICMBio pela autorização para coleta dos espécimes de fungos. Em especial os guardas que nos orientavam melhores locais de coletas, assim como de apoio logístico (bicicletas) para percorrer as trilhas, além de equipamentos de comunicação e incentivo.

A Secretaria da Saúde de Farias Brito, em nome da Secretária Msc. Sheyla Martins Alves, por me liberar das atividades para as disciplinas e análises do mestrado e pela compreensão das minhas faltas (até quando não merecia).

RESUMO

Os fungos do gênero *Geastrum* são caracterizados por apresentar basidiomas cuja deiscência do exoperídio se dá em forma de estrela, razão pela qual conhecemos popularmente como estrela-da-terra. Pertencem à família Geastraceae (Geastrales, Basidiomycota), sendo o mais abrangente gênero desta família e com distribuição cosmopolita. Atuam degradando a matéria orgânica e em associações micorrízicas, sendo também utilizados na indústria farmacêutica e como alimento. Estudos disponíveis ainda são insuficientes para se determinar a diversidade do gênero no Brasil, Ceará e, principalmente, para a FLONA ARARIPE que é uma área que detém uma grande biodiversidade. Com o objetivo de determinar a diversidade de espécies do gênero *Geastrum* foram realizadas coletas no enclave de cerrado, em Crato –CE, localizados na FLONA ARARIPE. As coletas foram realizadas no período de junho de 2013 a maio de 2014 em trilhas e estradas pré-existentes e adentrando na mata sempre que possível. Os basidiomas foram fotografados, georeferenciados, os dados macroscópicos foram anotados em ficha de coleta e acondicionados em saco de plástico com identificação. Em laboratório foram desidratados a 45°C por até 48 horas e analisados os caracteres macroscópicos e microscópicos do basidioma. Para as medidas das macroestruturas utilizou-se paquímetro, régua milimetrada e microscópio estereoscópio com câmera acoplada. As análises microscópicas foram realizadas com auxílio de microscópio óptico e microscópio eletrônico de varredura. As identificações foram feitas com auxílio de bibliografias especializadas e comparação com espécimes identificados provenientes da Coleção de Fungos do Herbário da UFRN. Após análise de 25 amostras foram identificadas doze espécies: *G. triplex*, *Geastrum* sp. nov. 1, *G. lloydianum*, *G. javanicum*, *G. aculeatum* e *G. minimum*, *G. rusticum*, *G. rufescens*, *Geastrum* sp. nov. 2, *Geastrum* sp., *Geastrum* sp. nov. 3 e *G. entomophilum*. Sendo registrada: três novas espécies para ciência, *Geastrum* sp. nov. 1, *Geastrum* sp. nov. 2 e *Geastrum* sp. nov. 3; um novo registro para o semiárido, *G. rufescens*; três novos registros para FLONA ARARIPE, *G. javanicum*, *G. rusticum* e *G. lloydianum*, dois novos registros para o Ceará, *G. minimum* e *G. entomophilum* um segundo registro de *G. aculeatum* para o Brasil.

Palavras-chave: Fungos. Taxonomia. Diversidade. Gasteromycetes.

ABSTRACT

The fungi of the genus *Geastrum* are characterized by the basidiomata with star-like exoperidium dehiscence, reason why we popularly are known as earthstar. Belong to the Geastraceae family (Geastrales, Basidiomycota), being the most embracing genus of this family and with cosmopolitan distribution. They are saprophytic and can join mycorrhizal associations. Some species have shown potential as medicine and as food. The available studies are insufficient to determine the diversity of this genus in Brazil, Ceará and principally for FLONA ARARIPE which is an area that holds great biodiversity. With the aim of determining the diversity of species in the *Geastrum*, Collections were made in the enclave of cerrado, in Crato-CE, located in FLONA ARARIPE. The samples were carried out from June 2013 to May 2014 on pre-existing trails and roads and into the woods whenever possible (77 samples). The basidiomas were photographed, georeferenced, noted in a macroscopic collection form and placed in a plastic bag with identification data. In Laboratory were dehydrated at 45°C for 48 hours and were analyzed macroscopic and microscopic characters of basidiomas. For the measurements we used caliper macrostructures, millimeter ruler and a stereoscopic microscope with attached camera. Already the macroscopics were made using optical microscope and scanning electron microscope. The identifications were made based on various specialized literatures and comparison with identified specimens from several Brazilian states and deposited in the UFRN Fungal Collection. After analyzing 25 samples, twelve species were identified: *G. triplex*, *G. sp. nov. 1*, *G. lloydianum*, *G. javanicum*, *G. aculeatum* and *G. minimum*, *G. rusticum*, *G. rufescens*, *Geastrum sp. nov. 2*, *Geastrum sp.*, *Geastrum sp. nov. 3* e *G. entomophilum*. Being: three new species for science, *G. sp. nov. 1*, *Geastrum sp. nov. 2* and *Geastrum sp. nov. 3*; a new record for the semi-arid, *G. rufescens*; two new records for FLONA ARARIPE, *G. javanicum* and *G. lloydianum*; two new records for Ceara, *G. minimum* and *G. aculeatum*; and a second record for Science, *G. aculeatum*.

Keywords: Fungi. Taxonomy. Diversity. Gasteromycetes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das espécies do gênero <i>Geastrum</i> descritas por macrorregiões brasileiras	22
Figura 2 – Número de espécies do gênero <i>Geastrum</i> identificada e descrita por Estados brasileiro	26
Figura 3 – Basidiomas de espécimes de <i>Geastrum</i>	27
Figura 4 – Esquema ilustrando morfologia de um basidioma imaturo de <i>Geastrum</i> spp.....	28
Figura 5 – Esquema ilustrando os diferentes estágios de desenvolvimento em <i>Geastrum</i> spp. com secções medianas verticais.....	30
Figura 6 – Forma do basidioma totalmente expandido de <i>Geastrum</i>	31
Figura 7 – Basidioma na maturidade de <i>Geastrum fornicatum</i>	31
Figura 8 – Chapada do Araripe	38
Figura 9 – Localização da área de estudo	40
Figura 10 - Esquema para obtenção da coloração das partes do basidioma na carta de cores	42
Figura 11 – Aparelhos ópticos utilizados na análise das microestruturas.....	43
Figura 12 – Basidiomas de <i>Geastrum</i> sp.....	48
Figura 13 – Microestruturas de <i>Geastrum</i> sp.....	49
Figura 14 – Basidiomas de <i>Geastrum</i> sp. nov. 1.....	51
Figura 15 – Microestruturas de <i>Geastrum</i> sp. nov. 1	53
Figura 16 – Basidiomas de <i>Geastrum</i> sp. nov. 2.....	55
Figura 17 – Microestruturas de <i>Geastrum</i> sp. nov. 2.....	56
Figura 18 – Basidiomas de <i>Geastrum</i> sp. nov. 3.....	58
Figura 19 – Microestruturas de <i>Geastrum</i> sp. nov. 3.....	59
Figura 20 – Basidiomas de <i>G. aculeatum</i> e superfície da camada micelial.....	62
Figura 21 – Microestruturas de <i>G. aculeatum</i>	63
Figura 22 – Basidiomas de <i>G. entomophilum</i>	65
Figura 23 – Microestruturas de <i>G. entomophilum</i>	66
Figura 24 – Basidiomas de <i>G. javanicum</i>	68
Figura 25 – Microestruturas de <i>G. javanicum</i>	69

Figura 26 – Basidiomas de <i>G. lloydianum</i>	72
Figura 27 – Microestructuras de <i>G. lloydianum</i>	73
Figura 28 – Basidiomas de <i>G. minimum</i>,,,,,	76
Figura 29 – Microestructuras de <i>G. minimum</i>,,,,,	77
Figura 30 – Basidiomas de <i>G. rufescens</i>	79
Figura 31 – Microestructuras de <i>G. rufescens</i>	81
Figura 32 – Basidiomas de <i>G. rusticum</i>	83
Figura 33 – Microestructuras de <i>rusticum</i>	84
Figura 34 – Basidiomas de <i>G. triplex</i>	86
Figura 35 – Microestructuras de <i>G. triplex</i>	87

LISTA DE ABREVIATURAS

DP – Desvio Padrão.

FLONA ARARIPE – Floresta Nacional do Araripe.

LaB – Laboratório de Botânica.

LBF – Laboratório de Biologia dos Fungos.

MEV – Microscópio Eletrônico de Varredura.

MMA – Ministério do Meio Ambiente.

MO – Microscópio Óptico.

Q_m – Coeficiente médio.

UF – Unidade de Federação.

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

URCA – Universidade Regional do Cariri.

APA – Área de Proteção Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Gênero <i>Geastrum</i> Persoon	17
3.2 Classificação.....	19
3.3 Principais estudos do gênero <i>Geastrum</i> para o Brasil.....	19
3.4 Morfologia básica do gênero <i>Geastrum</i>.....	27
3.5 Ecologia do gênero <i>Geastrum</i>.....	35
3.6 Importância econômica e medicinal.....	35
3.7 Liberação e dispersão dos esporos de <i>Geastrum</i>.....	36
4 METODOLOGIA.....	38
4.1 Área de estudo.....	38
4.2 Coleta do material.....	39
4.3 Herborização e preservação.....	41
4.4 Identificação taxonômica.....	41
4.5 Normas para elaboração da dissertação.....	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
5.1 Chave artificial para identificação das espécies de <i>Geastrum</i> da FLONA ARARIPE, Crato – CE, Brasil.....	46
5.2 Descrição e discussão das espécies de <i>Geastrum</i>.....	47
5.2.1 <i>Geastrum</i> sp.	47
5.2.2 <i>Geastrum</i> sp. nov. 1	50
5.2.3 <i>Geastrum</i> sp. nov. 2	54
5.2.4 <i>Geastrum</i> sp. nov. 3	57
5.2.5 <i>Geastrum aculeatum</i>	61
5.2.6 <i>Geastrum entomophilum</i>	64
5.2.7 <i>Geastrum javanicum</i>	67
5.2.8 <i>Geastrum lloydianum</i>	71

5.2.9 <i>Geastrum</i> minimum	75
5.2.10 <i>Geastrum</i> rufescens.....	79
5.2.11 <i>Geastrum</i> rusticum.....	82
5.2.12 <i>Geastrum</i> triplex.....	85
6 CONCLUSÃO	90
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	91

1 INTRODUÇÃO

Os fungos são organismos eucariontes, unicelulares (leveduriformes) ou multicelulares (filamentosos), haploides (homo ou heterocarióticos), com parede celular contendo quitina e α -glucana e não apresentam plastos ou pigmentos fotossintéticos (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009). Distribuem-se ao redor de todo o globo terrestre, explorando habitats diversos, tais como solo, ambientes de água doce, plantas e animais vivos ou mortos, serrapilheira ou outros que contenham matéria orgânica em decomposição passível de colonização, além de produtos fabricados pelo homem ou causando doenças (BONONI; GRANDI, 1998; WEBSTER; WEBER, 2007).

Dix e Webster (1995) consideram que a diversidade de fungos terrestres pode estar estreitamente associada ao tipo de vegetação (fatores bióticos) e aos fatores climáticos do ambiente (fatores abióticos).

Estimativas conservadoras indicam que existem cerca de 1,5 milhões de espécies de fungos (HAWKSWORTH, 2001), no entanto, estimativas alternativas sugerem de 0,5 a 9,9 milhões de espécies (HAWKSWORTH, 2004), como por exemplo, temos a estimativa feita por Blackwell (2011) que estima existir cerca de 5,1 milhões de espécies de fungos no planeta. Apesar do alto número estimados de espécies de fungos, apenas 97.861 espécies foram descritas até então (KIRK et al., 2008), correspondendo a 6,52% da estimativa mais conservadora e 1,92% da alternativa. Estes números nos fazem perceber que o reino Fungi é pouco explorado e necessita de maiores estudos visando conhecer essa diversidade, principalmente nos biomas tropicais, antes que estes ambientes sejam degradados e as espécies existentes, extintas.

De acordo com Silveira (1995) esses organismos vivem em estado de parasitismo (plantas e animais), saprofitismo (plantas, animais e outros fungos), ou ainda em simbiose com vegetais (líquens e micorrizas). No saprofitismo, são responsáveis por boa parte da decomposição da matéria orgânica, atuando nas transformações bioquímicas nos ecossistemas (CAVALCANTI; MILANEZ, 2007), através da ação de exoenzimas digestivas que são liberadas no substrato (GUERRA, 2011).

De acordo com Bononi e Grandi (1998) os fungos causam sérios problemas quando parasitam plantas e animais, incluindo o homem, causando perdas, principalmente, na agricultura, além de produzirem micotoxinas que são agentes alergênicos. No entanto, ainda

trazem benefícios que superam os prejuízos, tais como: leveduras usadas em processos fermentativos nas indústrias alimentícias (pão, cerveja e vinho); ácidos orgânicos usados nas indústrias alimentícias, farmacêutica, cosmética têxtil e outras (ácido cítrico, fumárico, itacônico, glucônico, gálico, kógico e oxálico); produção de enzimas que são usadas nas indústrias de alimentos, química, farmacêutica, cosmética, têxtil e outras (maturação dos queijos); produção de vitaminas essenciais (riboflavina, cianocobalamina, biotina, tiamina e ergosterol); na agricultura no controle de pragas (insetos e nematoides) (BONONI; GRANDI, 1998; TRUFEM, 1998).

Muitas espécies de fungos carnosos são utilizadas diretamente na alimentação em diversas regiões do mundo, como o *Agaricus*, fornecendo vitaminas, proteínas e baixas quantidades de gordura (BONONI; GRANDI, 1998). Outra aplicação ocorre na produção de antibióticos, como a penicilina, o primeiro antibiótico identificado e usado na medicina (RAVEN; EVERT; EICHOM, 2012), mas atualmente existem muitos outros antibióticos produzidos por fungos. Muitas espécies de fungos são usadas na biorremediação, descontaminando ambientes aquáticos e terrestres (MATHEUS; OKINO, 1998).

Os fungos são divididos em diversos grupos naturais ou artificiais, entre estes os gasteromicetos (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996), que são fungos com hifas septadas com ou sem grampos de conexão, estatimospóricos, angiocárpicos, que formam ou não himênio e são representados pelas estrela-da-terra (*earthstar*), bufa-de-lobo (*puffball*), bolas-da-terra (*earthball*), chifres-do-fedor (*stinkhorns*), falsas trufas (*false trufe*) e ninho-de-passarinho (*bird's nest fungi*) (AINSWORTH; SPARROW; SUSSMAN, 1973).

A palavra "gasteromycete" é derivada do grego "Gaster", que significa "estômago", e "micetos", que significa "fungo", refere-se ao processo de desenvolvimento em que os esporos amadurecem dentro do corpo de frutificação e são protegidos pelas camadas estéreis exteriores conhecidas como perídio (MILLER Jr.; MILLER, 1988).

Os gasteromicetes representam um grupo artificial de fungos do filo Basidiomycota, que agrupa uma grande variedade de formas e estrutura de basidiomas (CALONGE, 1998), dentre elas os representantes do gênero *Geastrum*, que são fungos popularmente chamados de estrela-da-terra e que recebem essa denominação devido ao formato estreliforme de seus basidiomas na maturidade (SUNHEDE, 1989).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Realizar estudos taxonômicos de representantes de *Geastrum* na Floresta Nacional do Araripe – FLONA ARARIPE, Crato, Ceará, Brasil.

3.2 Específicos

1. Identificar e descrever as espécies identificadas através de literatura especializada e comparação com espécime do Herbário da UFRN já identificadas;
2. Elaborar chaves de dicotômicas para identificação das espécies;
3. Ampliar a coleção do Herbário da UFRN e criar uma coleção no Herbário da URCA.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Gênero *Geastrum* Persoon

A família Geastraceae foi descrita inicialmente por Corda (1842) como Geastrideae (PONCE DE LEON, 1968) e estabelecida com a denominação Geastraceae por Fischer em 1933 (SUNHEDE, 1989). É caracterizada por apresentar basidiomas cuja deiscência do exoperídio se dá em forma de estrela, razão pela qual é conhecida como estrela-da-terra (SOTO; WRIGTH, 2000).

Geastraceae estava incluída na ordem Lycoperdales Clements (LEITE; BASEIA, 2007), porém análises iniciais de dados moleculares indicavam uma proximidade com os gêneros *Gomphus* Persoon e *Phallus* Junius ex L. (ZAMORA; CALONGE, 2007), causando sua alocação para a ordem Phallales Fischer (HIBBETT et al., 1997). No entanto, estudos posteriores utilizando dados moleculares realocaram os representantes da família Geastraceae em uma nova ordem denominada *Geastrales* Hosaka e Castellano (HOSAKA et al., 2006) e devido à proximidade com o clado gonfoide-faloide, foi proposta uma nova subclasse Phallomycetidae Hosaka, Castellano e Spatafora pertencente à classe Agaricomycetes Doweld (HIBBETT et al., 2007).

Baseado em dados moleculares, Hosaka e Castellano (2008) consideraram três gêneros na família Geastraceae: *Geastrum* Persoon, *Radiigera* Zellere e *Myriostoma* Desvoux, no entanto, reconhecem a falta de dados moleculares para confirmarem ou refutarem se os gêneros *Trichaster* Fischer e *Phialastrum* Sunhede, pertencem a esta família. Ainda com base em dados moleculares, Jeppson, Nilsson e Larsson (2013) sugeriram que *Radiigera* não seja considerado como um clado separado, mas um sinônimo de *Geastrum*.

Geastrum é o gênero tipo da família Geastraceae (CABRAL, 2011) e também o mais abundante (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1985). De acordo com Sunhede (1989) mais de 180 espécies já foram descritas para o gênero, porém algumas são sinônimos, como *Geastrum stipitatum* Solms é sinônimo de *Geastrum schweinitzii* var. *stipitatum* (Solms) P. Ponce de León, e outras =[]transferidas para novos gêneros (*Geastrum hygrometricus* Persoon que mudou para *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan). Isso ocorreu por vários motivos, um deles seria devido a presença de espécies com grande variação intraespecífica, outro seria pela ocorrência de espécies crípticas. Estes problemas

somente poderão ser solucionados a partir de estudos comparativos de materiais tipo, utilizando para isso ferramentas morfológicas e moleculares.

Geastrum é um gênero de fungos do tipo gasteroide (BASEIA; CALONGE, 2006) que possui o himenóforo fechado (DOUANLA-MELI; LANGER; CALONGE, 2005) e com liberação de esporos por um único poro apical de forma passiva (KUHAR; CASTIGLIA; PAPANUTTI, 2012). O gênero foi estabelecido por Micheli (1729) como *Geaster* (SOTO; WRIGTH, 2000) e, em 1801, Persoon empregou o termo *Geastrum* para denominar o gênero (CUNNINGHAM, 1944). O conselho Internacional de Nomenclatura Botânica, em 1981, entendeu que *Geaster* era uma variante ortográfica de *Geastrum* (DEMOULIM, 1984), sendo esta última denominação a usual atualmente (SUNHEDE, 1989).

O gênero *Geastrum* contém cerca de 50 espécies válidas (KIRK et al., 2008), das quais 40 foram registradas para o Brasil (TRIERVEILER-PEREIRA; BASEIA, 2009). Trabalhos recentes vêm ampliando estes números para o Brasil e para o mundo, tais como: *G. entomophilum* Fazolino, Calonge e Baseia (FAZOLINO; CALONGE; BASEIA, 2008), *G. episcopale* F. Kuhar e L. Papanutti (KUHAR; PAPANUTTI, 2009), *G. reticulatum* Desjardin e Hemmes (HEMMES; DESJARDIN, 2011), *G. litchiforme* Desjardin e Hemmes (HEMMES; DESJARDIN, 2011), *G. flexuosum* (L.S. Domínguez e Castellano) Jeppson e E. Larss (JEPPSON; NILSSON; LARSSON, 2013), *G. fuscogleba* (Zeller) Jeppson e E. Larss (JEPPSON; NILSSON; LARSSON, 2013), *G. bushnellii* (L.S. Domínguez e Castellano) Jeppson e E. Larss (JEPPSON; NILSSON; LARSSON, 2013), *G. taylorii* Jeppson e E. Larss (JEPPSON; NILSSON; LARSSON, 2013), *G. echinulatum* T. S. Cabral, B. D. B. Silva e Baseia (SILVA et al., 2013), *G. aculeatum* B.D.B. Silva e Baseia (SILVA et al., 2013), *G. rusticum* T. S. Cabral, Baseia, B. D. B. Silva e T. S. Cabral (CABRAL et al., 2014a) e *G. inpaense* Baseia, I.G., B.D.B. Silva e T.S. Cabral (CABRAL et al., 2014b). Totalizando 62 espécies em nível mundial, enquanto a flora micológica brasileira soma mais cinco novas espécies de *Geastrum*, totalizando 45.

Porém, o quantitativo exato é incerto, pois o Index Fungorum (2014) contém 322 táxons e no Mycobank (2014) 326 táxons, excluindo-se as variantes ortográficas e ilegítimas. Isso torna ainda mais incerto porque estes bancos de dados contêm ainda as variações “*Geaster*” e “*Geastrum*”, sinônimas, basinônimas e nomes inválidos. Uma revisão mundial para o gênero seria necessária para dissipar estas incertezas.

Persoon definiu *G. coronatum* como espécie tipo do gênero (DOUANLA-MELI; LANGE; CALONGE, 2005) e incluiu inicialmente seis espécies com perídio estreliforme na maturidade, porém algumas destas espécies atualmente estão alocadas em outros gêneros, tais

como *Geastrum coliformis* (Dickson) Persoon que é aceita como *Myriostoma coliforme* (Dickson) Corda; outro exemplo é *Geastrum hygrometricum* Person que agora esta alocada no gênero *Astraeus*, sendo denominada de *A. hygrometricus* (Persoon) Morgan (PONCE DE LEON, 1968).

3.2 Classificação dos fungos do gênero *Geastrum*

A sistemática do gênero *Geastrum* tem passado por diversas modificações (ZAMORA; CALONGE, 2007) e ainda não está bem resolvida (SILVA et al., 2013). Dados moleculares, ecológicos e novos critérios taxonômicos têm sido sugeridos para a classificação das espécies dentro do gênero visando compreender melhor a história evolutiva destas linhagens de basidiomicetos (ZAMORA et al., 2014a; SILVA et al., 2013). Análises de dados moleculares de espécies de *Geastrum*, confirmam que o gênero é monofilético e que os gêneros *Coilomyces* Berk. e M. A. Curtis, *Cycloderma* Klotzsch in Linnaea, *Geasteroides* Battarra, *Radiigera* e *Trichaster* Czern são sinônimos de *Geastrum* (ZAMORA et al., 2014b).

A classificação adotada nesse trabalho está adaptada de acordo com: Woese, Kandler e Wheelis (1990) que agrupam todos os organismos vivos em domínios, Hibbett et al. (2007) que usou dados moleculares para classificar os fungos do reino até ordem, e Hosaka et al. (2006) que estabeleceu a ordem geastrales.

Domínio: Eukaria

Reino: Fungi

Filo: Basidiomycota

Classe: Agaricomycetes

Subclasse: Phallomycetidae

Ordem: Geastrales

Família: Geastraceae

Gênero: *Geastrum*

3.3 Principais estudos do gênero *Geastrum* para o Brasil

Geastrum saccatum Fries foi a primeira espécie do gênero descrita para o Brasil como *Geaster saccatus* por Fries (1829). Posteriormente, *Geastrum saccatum* e *G. fimbriatum*

Fries foram descritas, por Berkeley e Cooke como *Geaster saccatus* e *G. fimbriatus*, respectivamente (BERKELEY; COOKE, 1876).

Hennings, em 1904, descreveu cinco espécies de *Geastrum* também como *Geaster*: *G. juruense* Hennings, *G. saccatus*, *G. lageniforme* Cooke, *G. scleroderma* Montagnee *G. tunicatus* Vittadine (HENNING, 1904a, 1904b).

Em 1907, Sydow e Sydow identificaram e caracterizaram espécimes com a variação ortográfica *Geaster*: *G. velutinus* Morgan, *G. englerianus* Hennings, *G. rickii* Rick e *G. saccatus* (SYDOW; SYDOW, 1907). Ainda em 1907, Lloyd descreveu duas espécies do gênero: *Geaster hariotii* Lloyd e *G. saccatum* (LLOYD, 1907).

Avena-Saccá, em 1923, descreveu *Geastrum giacomellianus* Spegazzini e Viegas (1945) registrou *G. minutus* Hennings (TRIERVEILER-PEREIRA; BASEIA, 2009).

Em 1961, o padre Balduino Rambo reuniu dados para uma publicação póstuma relacionando as espécies de basidiomicetos coletados pelo padre Johannes Rick, austríaco que viveu na região Sul do Brasil entre 1902 até sua morte em 1946 (PEREZ, 2009) sendo o padre considerado pai da micologia (FIDALGO, 1962). Essa listagem tinha 28 espécies (ver tabela) do gênero *Geastrum* (RICK, 1961), sendo este o trabalho de maior expressão sobre o gênero no Brasil e na América Latina (TRIERVEILER-PEREIRA; SILVEIRA, 2012). Embora, espécimes publicados por Rick (1961), sejam consideradas sinonímias de acordo com o banco de dados do Index Fungorum (2014). Enquanto que outras espécies deverão ser revisadas, como o caso de *G. triplex* Junghuhn, onde existem indícios de que se trate de um complexo de espécies que devem ser reavaliadas sob o ponto de vista morfológico e molecular (KASUYA et al., 2012b).

Tabela 1 – Espécies de *Geastrum* descritas por Rick (1961) para o Brasil.

Seq.	Nome da espécie	Autor (ano) da descrição	Legítima ou basinonímias
1	<i>G. ambiguum</i>	Montagne (1837)	Legítima
2	<i>G. archeri</i>	Berkeley (1860)	Legítima
3	<i>G. asperum</i>	Lloyd (1902)	Legítima
4	<i>G. calceum</i>	Lloyd (1907)	Legítima
5	<i>G. coronatum</i>	Persoon (1801)	Legítima
6	<i>G. hygrometricus</i>	Berkeley (1860)	<i>Austraeus hygrometricus</i> Person (1889)

Tabela 1 – Espécies de *Geastrum* descritas por Rick (1961) para o Brasil.
(Continuação)

7	<i>G. elegans</i>	Vittadine (1842)	<i>G. badium</i> Persoon (1809)
8	<i>G. englerianus</i>	Hennings (1891)	Legítima
9	<i>G. fenestratum</i>	(Batsch) G. Cunningham (1926)	<i>G. quadrifidum</i> DeCandolle ex Person (1801)
10	<i>G. fimbriatum</i>	Fries (1829)	Legítima
11	<i>G. hariotii</i>	Lloyd (1907)	Legítima
12	<i>G. lageniforme</i>	Vittadine (1842)	Legítima
13	<i>G. limbatum</i>	Fries (1829)	Legítima
14	<i>G. minimum</i>	Schweinitz (1822)	Legítima
15	<i>G. pectinatum</i>	Persoon (1801)	Legítima
16	<i>G. peruvianum</i>	Cooke (1884)	Legítima
17	<i>G. reikingii</i>	Lloyd (1924)	Legítima
18	<i>G. rufescens</i>	Persoon (1794)	Legítima
19	<i>G. saccatum</i>	Fries (1829)	Legítima
20	<i>G. schweinitzii</i>	(Berk. e M.A. Curtis) Zeller (1948)	Legítima
21	<i>G. smardae</i>	V.J. Staněk (1956)	Legítima
22	<i>G. stipitatum</i>	Solms (1893)	Legítima
23	<i>G. striatum</i>	DeCandolle (1805)	<i>G. bryantii</i> Berkeley (1860)
24	<i>G. subiculosum</i>	Cooke e Masee (1887)	<i>G. mirabile</i> var. <i>subiculosum</i> (Cooke e Masee) Lloyd (1887)
25	<i>G. trichiferum</i>	Rick (1907)	?
26	<i>G. triplex</i>	Junghuhn (1840)	Legítima
27	<i>G. violaceus</i>	Rick(1906)	Legítima
28	<i>G. vittatum</i>	Kalchbrenner (1880):	Legítima

? Espécie ainda não foi ilegitimada, porém a falta de um prólogo a torna inválida.

FONTE: Rick (1961) e Index Fungorum (2014).

Depois do trabalho de Rick, as publicações sobre o gênero se tornaram escassas até o final do século XX, excetuando-se alguns trabalhos. Bononi, Trufem e Grandi (1981) identificaram e descreveram *G. ambiguun*, *G. fimbriatum* e *G. schweinitzii* e Bononi, Guzmán e Capelari (1984) registraram *G. saccatum* para o estado de São Paulo. Kimbrough, Alves e

Maia (1994/1995) descreveram e caracterizaram *G. saccatum* e *G. schweinitzii* para o estado de Pernambuco.

Porém, a partir do início do século XXI diversos estudos contribuíram com novos registros para o Brasil, macrorregiões (Fig. 1) e estados brasileiros (Fig. 2).

No Sudeste destacamos os autores Baseia e Milanez (2002), Baseia, Cavalcante e Milanez (2003) e Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011). Na região Centro-Oeste os estudos de Trierveiler-Pereira, Gomes-Silva e Baseia (2011) e Carneiro e Santos (2006), menos explorada. Enquanto para o Norte, destacamos os estudos de: Leite et al. (2011); Silva, Sousa e Baseia (2011); Silva et al. (2013) e; Cabral et al. (2014a). No Sul, ressaltamos os trabalhos: Rick (1961); Sobestiansky (2005); De Meijer (2006); Cortez, Baseia e Silveira (2008); Lazarotto et al. (2014) e Rick (1961).

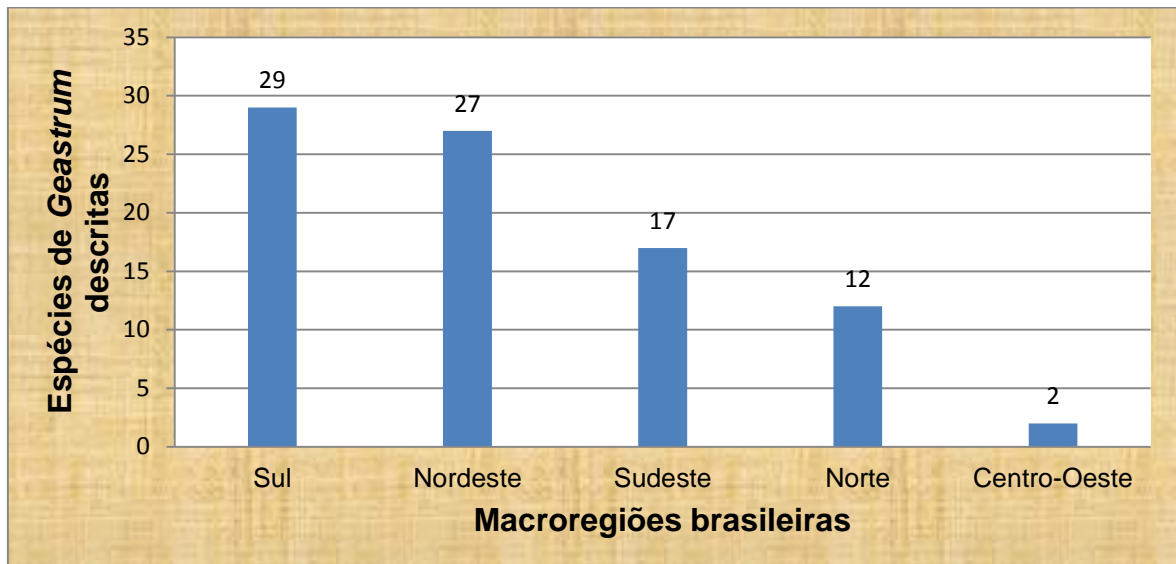


Figura 1 – Distribuição das espécies do gênero *Geastrum* descritas por macrorregiões brasileiras.

O Nordeste concentra diversos estudos a partir de 2002, tais como: Baseia e Milanez (2002); Baseia, Cavalcante e Milanez (2003); Baseia e Cortez (2006); Leite, Calonge e Baseia (2007); Leite e Baseia (2007); Drechsler-Santos et al. (2008); Trierveiler-Pereira et al. (2009); Trierveiler-Pereira e Baseia (2010a; 2010b); Trierveiler-Pereira e Baseia (2011); Silva, Sousa e Baseia (2011); Silva et al. (2013); Sousa et al. (2014); Baseia, Silva e Cruz (2014); Cabral et al. (2014b); Sousa, Silva e Baseia (2014) e; Sousa et al. (2014a, 2014b). Estes trabalhos identificaram várias espécies como específica a *Tabela 2*.

O Sul concentra a maior parte das espécies identificadas devido aos estudos do Pe. Rick (1961). Enquanto o Nordeste deve-se a uma maior concentração de especialistas nos

Cursos de Pós-Graduação na área de Micologia que propiciaram diversas pesquisas na área, levando ao conhecimento de muitas espécies para a região.

Tabela 2 – Espécies de *Geastrum* descritas para o Nordeste.

Seq	Nome da espécie	Estado	Autor (ano) da identificação da espécie
01	<i>G. aculeatum</i>	Piauí	Silva et al. (2013)
02	<i>G. albonigrum</i>	Rio Grande do Norte	Sousa, Silva e Baseia (2014)
03	<i>G. coronatum</i>	Pernambuco	Leite, Calonge e Baseia (2007)
04	<i>G. echinulatum</i>	Bahia Paraíba	Silva et al. (2013)
05	<i>G. elegans</i>	Pernambuco	Leite, Calonge e Baseia (2007)
06	<i>G. entomophilum</i>	Rio Grande do Norte	Fazolino, Calonge, Baseia (2008)
07	<i>G. entomophilum</i>	Pernambuco	Trierveiler-Pereira e Baseia (2010a)
		Pernambuco Paraíba	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
08	<i>G. fimbriatum</i>	Pernambuco	Leite, Calonge e Baseia (2007)
		Bahia	Trierveiler-Pereira et al. (2009)
		Pernambuco Paraíba	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
		Piauí	Baseia, Silva e Cruz
		Rio Grande do Norte	Sousa et al. (2014)
09	<i>G. floriforme</i>	Pernambuco	Sousa et al. (2014)
10	<i>G. fornicatum</i>	Pernambuco	Leite, Calonge e Baseia (2007)
11	<i>G. hieronymi</i>	Pernambuco	Leite, Calonge e Baseia (2007)
		Bahia	Trierveiler-Pereira et al. (2009)
12	<i>G. hirsutum</i>	Pernambuco	Baseia e Calonge (2006)
		Pernambuco	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
		Paraíba	Baseia, Silva e Cruz
13	<i>G. javanicum</i>	Pernambuco Paraíba	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)

Tabela 2 – Espécies de *Geastrum* descritas para o Nordeste (Continuação).

13	<i>G. javanicum</i>	Ceará Paraíba Rio Grande do Norte	Sousa et al. (2014)
14	<i>G. lageniforme</i>	Bahia	Trierveiler-Pereira et al. (2009)
		Paraíba	Trierveiler-Pereira e Baseia (2011)
		Pernambuco	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
		Ceará Paraíba Rio Grande do Norte	Sousa et al. (2014)
15	<i>G. lloydianum</i>	Pernambuco Ceará	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
		Paraíba Rio Grande do Norte	Sousa et al. (2014)
16	<i>G. minimum</i>	Rio Grande do Norte	Sousa et al. (2014)
17	<i>G. morgani</i>	Rio Grande do Norte	Sousa, Silva e Baseia (2014)
18	<i>G. ovalisporium</i>	Rio Grande do Norte	Leite, Calonge e Baseia (2007)
19	<i>G. pectinatum</i>	Pernambuco	Baseia, Cavlcanti e Milanez (2003)
		Ceará Paraíba Rio Grande do Norte	Sousa et al. (2014)
20	<i>G. quadrifidum</i>	Rio Grande do Norte	Sousa, Silva e Baseia (2014)
21	<i>G. rusticum</i>	Rio Grande do Norte	Cabral et al. (2014b)
		Ceará Paraíba	Sousa et al. (2014)
22	<i>G. saccatum</i>	Pernambuco	Baseia, Cavalcanti e Milanez (2003)
		Rio Grande do Norte	Leite e Baseia (2007)
		Bahia	Trierveiler-Pereira et al. (2009)
		Paraíba	Trierveiler-Pereira e Baseia (2011)
		Pernambuco	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)

Tabela 2 – Espécies de *Geastrum* descritas para o Nordeste (Continuação).

22	<i>G. saccatum</i>	Paraíba Pernambuco	Baseia, Silva e Cruz
23	<i>G. schweinitzii</i>	Pernambuco	Drechsler-Santos <i>et al.</i> 2008
		Pernambuco	Leite e Baseia (2007)
		Pernambuco Paraíba Bahia	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
		Paraíba Rio Grande do Norte	Sousa <i>et al.</i> (2014)
24	<i>G. setiferum</i>	Pernambuco	Baseia e Milanez (2002)
		Paraíba	Leite <i>et al.</i> (2007b)
		Pernambuco	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
		Paraíba	Trierveiler-Pereira e Baseia (2011)
		Paraíba Rio Grande do Norte	Sousa <i>et al.</i> (2014)
25	<i>G. triplex</i>	Rio Grande do Norte	Leite e Baseia (2007)
		Pernambuco	Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011)
		Ceará	Baseia, Silva e Cruz
		Ceará Paraíba	Sousa <i>et al.</i> (2014)
26	<i>G. violaceum</i>	Paraíba	Sousa <i>et al.</i> (2014)
27	<i>G. xerophilum</i>	Rio Grande do Norte	Silva, Sousa e Baseia (2011)
		Pernambuco	Sousa <i>et al.</i> (2014)

Na distribuição das espécies identificadas por estado, observa-se uma concentração nos estados de Rio Grande do Sul, Pernambuco e Paraíba devido à localização geográfica dos micólogos especialistas em *Geastrum*.

Alguns estados não apareceram por não terem estudos registrados. Percebemos que em 36,6 % dos estados brasileiros ainda não foram realizados estudos com levantamento dos fungos do gênero *Geastrum*.

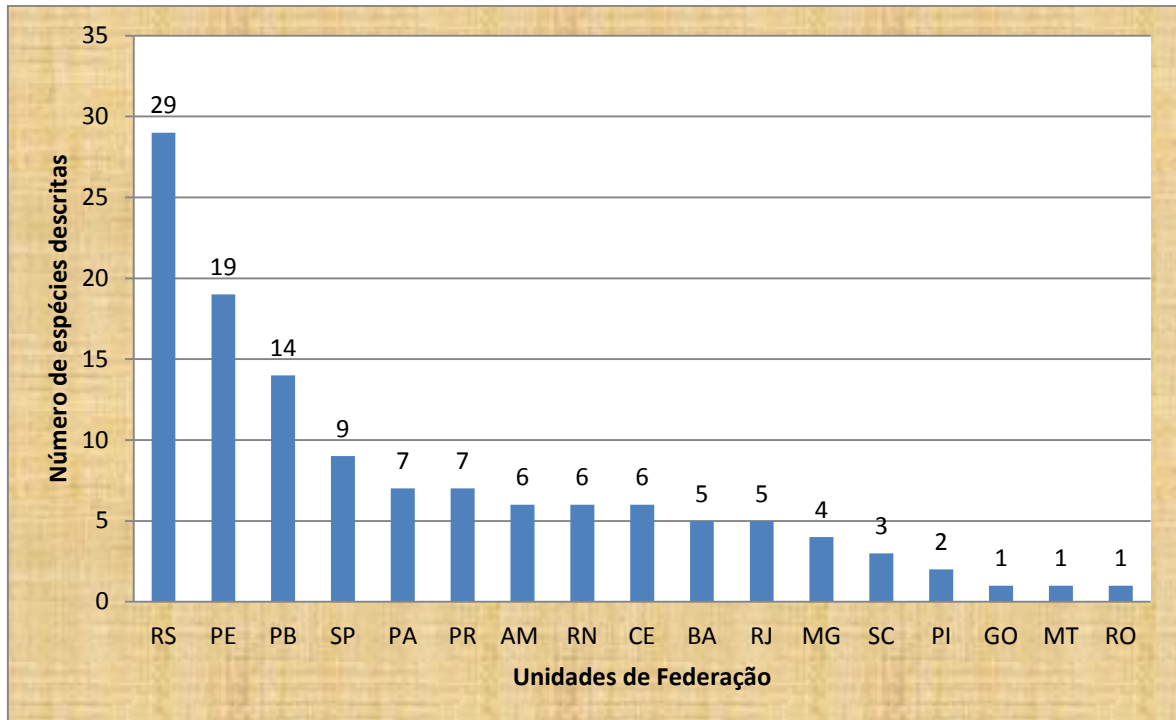


Figura 2 – Número de espécies do gênero *Geastrum* identificada e descrita por Estados brasileiro.

O Ceará é um dos estados nordestinos que apresenta uma lacuna com relação ao estudo destes fungos, destacando-se apenas os estudos de Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011), que reportaram *Geastrum lloydianum*; Baseia, Silva e Cruz (2014) registraram *G. triplex* para a FLONA ARARIPE e Sousa et al. (2014b) publicaram *G. javanicum* Léveiller, *G. lageniforme*, *G. pectinatum*, *G. rusticum* e *G. triplex*.

Estudos realizados até o momento são insuficientes para determinar a diversidade do gênero no Brasil, Ceará e, principalmente, para a FLONA ARARIPE, que é uma área que detém uma grande biodiversidade devido ser uma área de cerrado e localizado na faixa tropical.

O desmatamento e a degradação das florestas podem levar a destruição dos habitats desses fungos e estes poderiam nunca ser conhecidos pela ciência, pois acredita-se que exista uma grande diversidade de fungos ainda não identificados e descritos, principalmente nas regiões tropicais (LEITE et al. 2011) e em biomas de cerrado que detém uma das maiores biodiversidade mundial (ICMBio, 2013).

3.4 Morfologia do gênero *Geastrum*

As espécies do gênero *Geastrum* são facilmente reconhecidas e diferenciadas de outras espécies de fungos devido seus caracteres morfológicos marcantes (TRIERVEILER-PEREIRA; BASEIA, 2010b). Porém, todos os seus espécimes apresentam uma morfologia básica comum a todas as espécies deste gênero, como ilustram os esquemas a seguir: basidioma imaturo (Fig. 3A), basidioma maduro (Fig. 3B).



Figura 3 - Basidiomas de *Geastrum*. A: Forma imaturo de *G. aculeatum*. B: Basidioma na maturidade de *Geastrum* sp. nov. 2.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

De acordo com Sunhede (1989) a grande variação morfológica no gênero *Geastrum*, permite segregar e identificar suas espécies, no entanto, esta variação não depende só de fatores genéticos ou ambientais, mas também da idade do basidioma, grau de exposição ao vento, chuva, entre outros. Apesar da fragilidade dos basidiomas algumas espécies resistem por um ano ou mais, como *G. pectinatum* e *G. corollinum* (Batsch) Hollós (SUNHEDE, 1989).

Seu basidioma pode ser séssil, como em *G. fimbriatum*, ou raramente estipitado, como em *G. schweinitzii*, desenvolvendo-se a partir de um micélio basal (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995).

No basidioma jovem, as duas porções do perídio, endo e exoperídio, estão unidas e se apresenta fechado em forma de botão (Fig. 4), geralmente globoso a subgloboso (BARBOSA, 2011; SOUSA, 2012). Podendo se assemelhar com a forma de uma cebola, lageniforme, ovalado a piriforme, umbonado ou não (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995), podendo ser, às vezes, confundido com espécimes de *puffballs*. Na sua maturidade, o

basidioma pode atingir até 150 mm de diâmetro, (CALONGE, 1998) apresentando invariavelmente o habito epígeo (PEREZ, 2009).

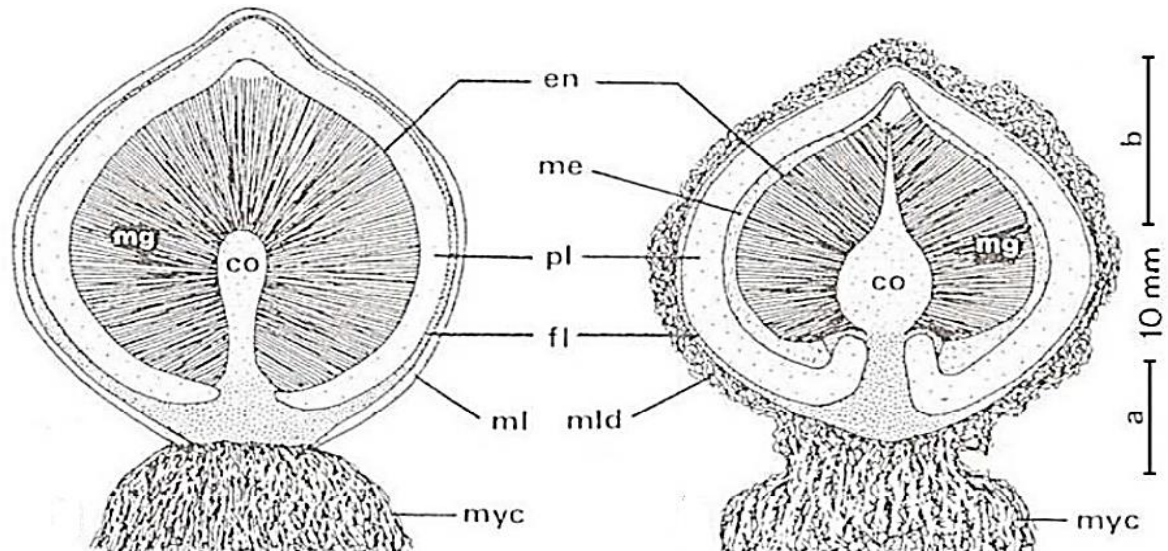


Figura 4 – Esquema ilustrando morfologia de um basidioma imaturo de *Geastrum* spp.. en – endoperídio; me – mesoperídio; pl – camada pseudoparenquimatosa; fl – camada fibrosa; ml – camada micelial; mld – camada micelial com incrustações; myc – micélio vegetativo; co – columela; mg - gleba.

FONTE: adaptado de Sunhede, 1989.

Espécies de *Geastrum* se desenvolvem sobre um subículo, uma massa de hifas esbranquiçada e entrelaçadas, com atividade lignocelulolítica, normalmente crescendo sobre madeira como é o caso de *G. schweinitzii* (SUNHEDE, 1989; DOUANLA-MELI; LANGER; CALONGE, 2005) e várias outras espécies do gênero.

Algumas espécies de *Geastrum* podem desenvolver rizomorfos ramificados ou não (DISSING; LANGE, 1962), como em *G. albonigrum* Calonge e M. Mata (CALONGE; MATA, 2004). Rizomorfos se assemelham com raízes finas. Muitas espécies estão ligadas ao substrato por rizomorfos na porção basal do corpo de frutificação, tais como aquelas encontradas em espécies de Agaricaceae Chevallier (BATES, 2004). Podem apresentar determinadas características que somadas a outros caracteres de importância taxonômica que podem definir uma determinada espécie (BATES, 2004). Quando presente, as rizomorfos são normalmente incrustadas num grau variável com partículas de solo. Zamora et al. (2014c) utilizam e defendem a utilização desta estrutura como um caractere morfológico informativo e útil na diferenciação e identificação de algumas espécies de *Geastrum*, bem como para determinação das secções e subsecções dentro do gênero.

Os basidiomas podem variar de tamanho conforme a espécie, vindo a medir de 20 a 80 mm diâmetro quando imaturos (CALONGE, 1998), ocorrendo acima do solo, denominados epígeos ou com desenvolvimento abaixo do solo, denominados hipógeos (PEREZ, 2009). Comumente são encontrados parcialmente imersos no solo, denominado parcialmente hipógeo ou semi-hipógeo (MAGGIORA, 2010). A superfície do perídio pode ser glabra, esponjosa, papirácea, coriácea (semelhante a couro), algodonosa (cotonosa), escamosa (membranosa) ou coberta com hifas semelhantes a pelos (hirsuta). O interior dos basidiomas jovens é normalmente esbranquiçado, devido ao estágio de desenvolvimento imaturo da gleba (SOUSA, 2012).

Quando o basidioma amadurece, o exoperídio se rompe a partir do ápice em um número variado de segmentos pontiagudos ou raios, expondo o endoperídio (BOTTOMLEY, 1948) adquirindo forma de estrela (SUNHEDE, 1989). O número de raios que forma o exoperídio pode variar de 4 até 12 (MILLER Jr.; MILLER, 1988) e atuam na proteção do endoperídio e facilitam a dispersão dos esporos (KUHAR; CASTIGLIA; PAPINUTTI, 2012). A Figura 5 ilustra o processo de conversão da forma imatura para estreliforme.

O rompimento do exoperídio ocorre devido a um inchaço das células pseudoparenquimáticas do perídio externo, causado pela sua hidratação, a curva das abas triangulares para fora faz contato com o solo levantando a parte interior do corpo de frutificação para o ar (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996; WEBSTER; WEBER, 2007).

Detalhes na forma de deiscência do exoperídio pode apresentar certas peculiaridades em cada espécie, mas o processo básico estrelado é similar em todas as espécies de *Geastrum* (MILLER Jr.; MILLER, 1988).

Algumas espécies tem a habilidade da camada mais externa do perídio incrustar detritos, tais como húmus, serapilheira e areia (SUNHEDE, 1989). Podemos observar estas incrustações em *G. fimbriatum*, constituída de fragmentos de folhas e solo (KUHAR; CASTIGLIA; PAPINUTTI, 2012; SUNHEDE, 1989).

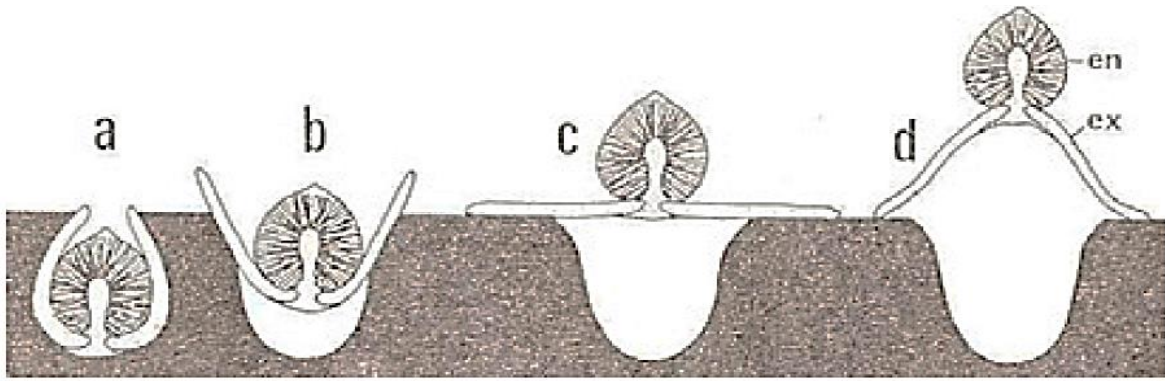


Figura 5 – Esquema ilustrando os diferentes estágios de desenvolvimento em *Geastrum* spp. com secções medianas verticais

FONTE: adaptado de Sunhede, 1989.

Os raios originados da fissão radial do endoperídio podem ser higroscópicos, semi-higroscópicos ou não-higroscópicos (PEREZ, 2009). Nos espécimes higroscópicos, como em *G. floriforme* Vittadini, quando o basidioma expandido é desidratado os raios tornam-se involutos, ou seja, ficam voltados para o endoperídio recobrendo ou não sua superfície quando reidratados os raios retornam a ser arqueados ou revolutos (SOUZA, 2012; ZAMORA et al., 2014b). Em semi-higroscópicos os raios alteram levemente sua posição, como em *G. coronatum*, e no caso em que os raios não alteram sua posição quando reidratados são considerados não-higroscópicos, como em *G. schmidelii* Vittadini (ZAMORA et al., 2014b).

O corpo de frutificação, quando totalmente expandido, pode ter disco exoperidial na forma de um saco (sacado, ver Fig. 6C), não ligado a um corpo micelial (arqueado, ver Fig. 6D), com a camada de micélio permanecendo no solo ou sobre o substrato, enquanto que o resto do exoperídio torna-se arqueado sobre ele, com as pontas dos raios firmemente ligadas às suas margens (fornicado, ver Fig. 6B) (SUNHEDE, 1989). Quando a camada micelial se solta do disco exoperidial arqueado e forma uma bacia rasa ou chávena sob o disco, mas ainda permanece ligada a maior parte dos raios (pseudofornicado, ver Fig. 6A) (SUNHEDE, 1989).

O basidioma possui um revestimento, o perídio, constituído por camadas de hifas estéreis que protegem a parte fértil, a gleba (Fig. 7). Esse revestimento é constituído de no mínimo quatro camadas, e as três camadas mais externas constituem o exoperídio, em forma de raios e espessura de até 5 mm (CALONGE, 1998) que se diferenciam pela sua cor, sistema hifal e espessura (SOTO; WRIGTH, 2000). Enquanto a camada interna constitui o endoperídio que envolve a gleba (STANĚK, 1958).



Figura 6 – Forma do basidioma totalmente expandido de *Geastrum*. A: Pseudo-fornicado em *Geastrum minimum* B: Fornicado em *G. quadrifidum*. C: Sacado em *G. triplex*. D: Arqueado em *G. lloydianum*.

FONTE: A, B e C (Arquivo Pessoal, 2014); D (www.mycportal.org. Acesso em: 15 out 2014).

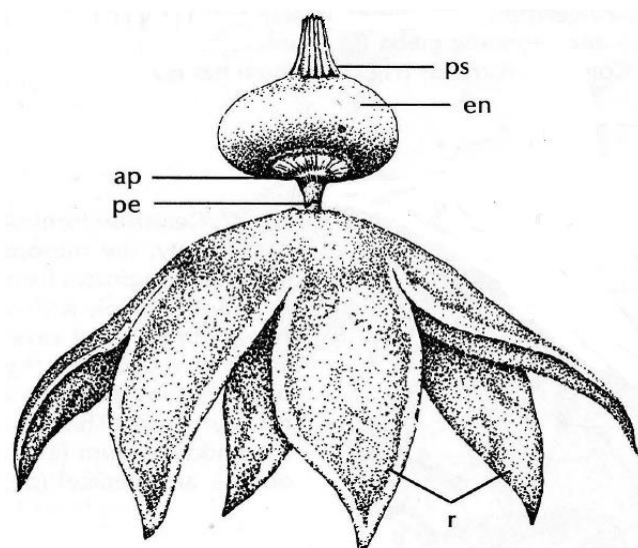


Figura 7 – Esquema de *Geastrum fornicatum* na maturidade; ps – peristômio; en – endoperídio; ap – apófise; pe – pedicelo; r – raios que formam o exoperídio

FONTE: adaptado de Miller Jr. e Miller, 1988.

A camada mais externa do exoperídio é denominada de camada micelial (ECKBLAD, 1955) constituída de hifas em feixes (DISSING; LANGE, 1962) com grampos de conexão, paredes grossas na parte externa e hifas mais frouxas, porém na parte interna com paredes mais finas e mais justapostas (SUNHEDE, 1989). E de acordo com Sunhede (1989) muitas espécies de *Geastrum* apresentam incrustações na camada micelial, oriundas da forma imatura hipógea, como em *G. coronatum* Persoon, enquanto outras podem aderir superficialmente serapilheira no início do desenvolvimento ou ainda não apresentar incrustações (ECKBLAD, 1955).

A cor da camada micelial de espécies com incrustações é esbranquiçada, bege pálido ou bege avermelhado. Já nas espécies sem incrustações a cor da superfície pode ser bege esbranquiçado, mas algumas vezes mais pigmentadas em tons bege ou castanho. Algumas espécies mudam de cor em áreas danificadas mecanicamente.

A superfície externa da camada micelial, de acordo com a disposição das hifas, pode se apresentar papirácea, hirsuta, cotonosa, coriácea ou membranosa. Em algumas espécies como em *G. albonigrum* e *G. javanicum* a camada micelial está completamente despreendida do basidioma sendo considerada efêmera (SOUSA, 2012).

Em espécies higroscópicas a camada micelial é bastante fina, desgastando-se mais rapidamente para expor a camada fibrosa subjacente, já em espécimes não higroscópicos ou semi-higroscópicos muitas vezes têm uma camada micelial persistente e coberta por partículas de solo ou restos de folhas (BATES, 2004), como ocorre em espécimes de *G. fimbriatum*.

As hifas da camada micelial podem ser simples ou ramificadas, com extremidades afiladas, regulares ou alongadas, paredes espessas, às vezes com incrustações, lúmen muito reduzido, com coloração castanha clara e medindo de 2-3 μm de diâmetro (BASEIA, 1998) e em algumas espécies apresentam grampos de conexão, como em *G. triplex*.

A camada fibrosa varia na coloração de esbranquiçada a pálida, bem definida, usualmente resistente (PONDE DE LEON, 1968) podendo ser papirácea, coriácea ou rígida (BATES, 2004). É mais espessa frequentemente em sua base como forma de se ligar ao basidioma, porém pode ser fina como papel, como em *G. elegans* Vittadini, no entanto, essa espessura pode variar até em basidiomas do mesmo tamanho segundo Sunhede (1989). É composta por hifas homogêneas, densamente entrelaçadas, com extremidades regulares, lúmen muito reduzido, paredes espessas, castanhas a hialinas e medindo de 3-5,3 μm de diâmetro (BASEIA, 1998; PONCE DE LEON, 1968)

A camada pseudoparenquimatosa também denominada “carnosa” (CUNNINGHAM, 1944) é composta por um pseudoparênquima, constituído por hifas

globosas, subglobosas ou ovais, assemelhando-se ao parênquima de vegetais (SOUSA, 2012), justapostas, com paredes espessas. Apresenta-se adnata ou descamando da fibrosa e podem ser rimosa ou contínua (PONCE DE LEON, 1968). Segundo Bates (2004), essa camada é espessa quando fresca, porém fina e rígida quando desidratada, sendo usada como critério taxonômico. Como ocorre em *G. triplex* e em outras espécies em que ela se fragmenta ao redor do endoperídio, formando um colar (SUNHEDE, 1989). Sua coloração é muito variada, normalmente branco para bege pálido, mas com a idade se transformam de bege para castanho, muito embora, algumas espécies possam apresentar coloração rosa violeta ou vermelho que ao envelhecer se tornam castanho escuro a enegrecido (SUNHEDE, 1989).

Segundo Sunhede (1989), nas espécies higroscópicas as células pseudoparenquimáticas apresentam paredes espessas de vários tamanhos que encolhem quando secas, já nas não higroscópicas as células hifais são compostas por paredes finas de diferentes tamanhos que encolhem quando secas e frágeis.

O endoperídio é a parte central do corpo de frutificação que se liga ao exoperídio por uma porção da camada fibrosa (SUNHEDE, 1989), permanecendo envolvendo a gleba durante toda maturidade, exceto em *Geastrum melanocephalum* que se desintegra na maturidade. Também denominado “saco de esporo” se caracteriza por ser persistente, membranoso, maleável, séssil ou pedicelado, se abrindo por um poro apical simples (ostíolo usado na dispersão dos esporos), lacerado ou elevado (MILLER Jr.; MILLER, 1988; PEREZ, 2009). O poro em algumas espécies está rodeado por uma área circular plana ou elevada, o peristômio, que pode ser delimitado por uma linha ou não (ECKBLAD, 1955), fimbriado, sulcado ou fibriloso (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995) e sua forma pode ser cônica, mamiforme ou aplanada (CALONGE, 1998).

A porção basal do endoperídio pode apresentar uma apófise, que consiste de uma dilatação lisa ou pregueada que é melhor visualizada nos espécimes secos (CALONGE, 1998) como em *G. striatum*, porém espécies com endoperídio séssil muito raramente apresentam apófise (SUNHEDE, 1989). O endoperídio pode ser globoso a subgloboso, variando de castanho escuro até cinza claro a escuro (PEREZ, 2009). O peristômio pode se apresentar concolor com o endoperídio ou cores diferentes variando do castanho escuro, cinza ou branco.

A parte interna dos basidiomas contendo os elementos férteis se chama gleba (CALONGE, 1998) e está contida no interior do endoperídio, sendo constituída principalmente por capilícios e esporos (BOTTOMLEY, 1948), dando aspecto pulverulento, isso ocorre em espécies de gasteromicetos que apresentam um mecanismo de dispersão dos esporos por choques mecânicos como é o caso de *Geastrum* (BATES, 2004). Variando de

castanho claro a castanho escuro na maturidade, pulverulenta e com columela ausente na maturidade (BASEIA, 1998).

A columela é uma pequena coluna de hifas estéreis, que geralmente se estende para cima a partir da base simples localizada na porção basal do endoperídio (BATES, 2004) e ligada basalmente à camada fibrosa (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995), a morfologia pode variar de cônica, globosa ou subglobosa nos basidiomas imaturos (CALONGE, 1998). Com a idade, a columela pode se tornar reduzida ou até se desintegrar completamente, porque há uma grande variação na persistência, o tamanho, a estrutura e a forma, possui valor taxonômico dentro do gênero (BATES, 2004).

As hifas capiliciais crescem a partir da columela até a parede do endoperídio (CALONGE, 1998). Constituída por hifas simples, com parece celular espessa e, conseqüentemente, lúmen estreito, medindo entre 5,5 e 6,5 μm de diâmetro (BASEIA, 1998), raramente ramificadas, abundantes (PONCE DE LEON, 1968), grampos de conexão ausentes (SUNHEDE, 1989). Os capilícios podem ser lisos ou apresentar incrustações e ornamentação pode ser observado em algumas espécies (SUNHEDE, 1989). Apresentam-se de castanhos claros a castanho escuro (BOTTOMLEY, 1948).

As cavidades tubulares da gleba são ladeadas por basídios, que tem forma elíptica ou piriforme, cada um produz 4 a 8 esporos (PONCE DE LEON, 1968). Os basídios geralmente medem cerca de 35 μm de altura x 10 μm diâmetro μm com esterigmas medindo (-1) 4-8 (-11) μm e grampos de conexão, em algumas espécies com uma “parte epibasidial”, (SUNHEDE, 1989; PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995).

Os basidiósporos jovens se encontram ligados ao esterigma (SUNHEDE, 1989). Na maturidade são globosos ou subglobosos (MILLER Jr.; MILLER, 1988), no entanto, *G. ovalisporium* Calonge e Moreno-Arroyo possui esporos na forma ovalada (CALONGE; MORENO-AROYO; GOMÉZ, 2000) uma característica que distingue a espécie. Os esporos geralmente medem de 3-8 μm de diâmetro, paredes finas incluindo ornamentação, usualmente verrugas isoladas ou reunidas em cristas (CALONGE, 1998). Sua coloração varia do castanho amarelado para castanho escuro (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995).

A ornamentação dos esporos é taxonomicamente informativa e deve ser utilizada a microscopia eletrônica de varredura para análises detalhadas do padrão de ornamentação nas espécies de *Geastrum* (SUNHEDE, 1989).

3.5 Ecologia e distribuição do gênero *Geastrum*

São encontrados formando associações micorrízicas com raízes de plantas, tais como em *G. fimbriatum* que formam micorrizas com *Picea abies* e *Pinus sylvestris*, assim como *G. quadrifidum* com *Pinus sylvestris* (SUNHEDE, 1989).

A principal importância ecológica está no fato destes fungos atuarem na decomposição da matéria orgânica, de origem vegetal, contribuindo para a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas.

Os basidiomas podem crescer isoladamente, em grupos ou de forma cespitosa (CUNNINGHAM, 1944), são terrícolas, sob solos arenosos ou argilosos, calcários e até em solos bem drenados, desérticos com detritos de vegetais, ou ainda sobre madeira morta (PEREZ, 2009; SUNHEDE, 1989), são lingnocelulolíticos ou termícolas (PEGLER; LAESSON; SPOONER, 1995). Entre as espécies termícolas temos *G. dissimile* Bottomley e *G. rugulosum* Dissing e M. Lange.

São comuns em zonas tropicais e em regiões temperadas (PONCE DE LEON, 1968).

São encontrados em todos os continentes: América do Sul (DENIS, 1953; CALONGE; MORENO-AROYO; GOMÉZ, 2000; SOTO; WRIGTH, 2000; BASEIA; CAVALCANTI; MILANEZ, 2003; LEITE et al., 2011; TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011; KUHAR; CASTIGLIA; PAPINUTTI, 2012), América do Norte (COOKER; COUCH, 1928; LONG; STOUFFER, 1948; SMITH; PONCE DE LEON, 1982; BATES, 2004), América Central (ESQUEDA-VALLE et al., 2003; CALONGE; MATA, 2006), África (BOTTOMLEY, 1948; DISSING; LANGE, 1962) Europa (ECKBLAD, 1955; SUNHEDE, 1989; PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995; CALONGE, 1998; JEPSON; NILSSON; LARSSON, 2013), Ásia (LIU, 1984; KASUYA et al. 2009), Oceania (CUNNINGHAM, 1944; CRIBB, 1955), exceto na antártica (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995).

3.6 Importância econômica e medicinal de espécies do gênero *Geastrum*

Segundo Sousa (2012), são escassos os relatos sobre consumo *in natura* ou utilização na culinária de basidiomas de *Geastrum*, pois para alguns autores (SHEPARD et al., 2008; WRIGHT; ALBERTÓ, 2002) eles são impalatáveis ou desvantajosos quando comparados a outros fungos utilizados na alimentação. Porém, em Jharkhand, na Índia, duas

espécies encontradas são coletadas e na alimentação (SRIVASTAVA; SORENG, 2014), em Talminadu, na Índia, em que cita *G. fimbriatum* como espécie comestível (SOOSAIRAJ; KALA; RAJ, 2012) e no Nepal, *G. triplex* e *G. fimbriatum* são também referidos como comestíveis (ADHIKARI, 2014).

Calonge (1998) afirma que não se conhece nenhum gasteromiceto que seja tóxico, embora, *G. mammosus* Fries tenha sido considerado tóxico (BURNI 2006 apud SOUSA, 2012). E indígenas americanos acreditavam que os esporos de *Geastrum* podiam causar cegueira (BURK, 1983).

Chittaragi e Naika (2014) analisaram *G. triplex* e determinaram a quantidade de elementos traços presente em sua massa e afirma que os fungos são alimentos saudáveis e mais ricos em nutrientes, quando comparados com frutas, pois detém baixas calorias sendo ricos em proteínas vegetais, ferro, zinco, quitina, fibras, vitaminas e minerais. Chittaragi, Naika e Nagaraj (2013) demonstraram o potencial antibacteriano de metabólitos de *G. triplex* sobre patógenos de plantas e humanos.

Dulger (2005), testando a atividade antimicrobiana de extratos de 10 espécies da ordem Lycoperdales, entre eles *G. badium*, *G. fornicatum* e *G. sessile* (Sowerby) Pouzar, demonstrou que estes foram significativamente ativos contra bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e cultura de fungos estudados, porém *Streptococcus pyogenes* e *Mycobacterium smegmatis* foram resistentes aos extratos de *Geastrum*.

Nativos americanos têm utilizado *G. saccatum* na medicina popular como hemostático no umbigo de bebês para promover a cicatrização (BLACKWELL, 2004). Usado também como cicatrizante, contra infecções nos olhos e tratamento de doenças respiratórias, como asma (DORE, 2006). Dore et al. (2007) demonstraram que esta mesma espécie de *Geastrum* possui também propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias demonstradas através de ensaios bioquímicos.

Algumas espécies são utilizadas popularmente no tratamento de diarreias em crianças (GUSMÁN, 2003). Algumas tribos de índios nortes americanos sopravam com auxílios de um canudo de palha, um pó contendo esporos de determinadas espécies de *Geastrum* no ouvido para curar dores de ouvido e tímpanos feridos (BURK, 1983).

2.7 Dispersão e liberação dos esporos de *Geastrum*

Segundo Sunhede (1989), a liberação dos esporos nas espécies de *Geastrum* ocorre, principalmente, por pingos de água da chuva, de escoamento de vegetais, queda de

objetos sólidos, tais como galhos, folhas e espinhos onde há cobertura vegetal, por animais de grande porte quando tocam ou pisam nos basidiomas e por invertebrados que roem o endoperídio formando buracos na superfície, facilitando a saída dos esporos. Quando alguns destes agentes externos tocam e comprimem o endoperídio flexível, causa sua compressão, dando origem ao mecanismo de fole, que irá promover a expulsão dos esporos de dentro do perídio através de uma nuvem de esporos através do ostíolo (SUNHEDE, 1974). A proporção da nuvem de esporos dependerá da energia cinética do contato entre o fator que causa a depressão e a superfície do endoperídio, da flexibilidade do endoperídio e da idade e dimensão do basidioma (SUNHEDE, 1974).

As correntes de ar parecem ser o principal fator de dispersão dos esporos, especialmente a grandes distâncias, no entanto, animais invertebrados e vertebrados podem atuar direta ou indiretamente na dispersão dos esporos (SUNHEDE, 1989). Os basidiósporos também podem ser dispersos pela água da chuva que os transporta para outros locais pelas correntezas que venham a ocorrer.

De acordo com Sunhede (1974), pequenos basidiomas podem ser arrastados pelo vento, e ao rolar pelo chão, promove choques com o solo levando a liberação dos esporos e seu carreamento pelas correntes de ar para outros locais distantes. Ainda segundo Sunhede (1974), o choque de grãos de areia ou grandes correntes de ar comprime a superfície do endoperídio de basidiomas que se encontra em solo sem cobertura vegetal, levando também a liberação e dispersão de esporos. Enfim, o desgaste natural, causado pelo tempo promove o desgaste do perídio e a exposição da gleba e, conseqüentemente, a liberação dos esporos.

A dispersão feita por invertebrados, como coleópteros e formigas, acontece quando carregam passivamente esporos aderidos ao exoesqueleto, sendo assim transportados para outros locais, embora a uma menor distância quando comparado ao vento (SUNHEDE, 1974). Animais de grande porte, como bovinos e suínos, podem promover a dispersão ao tocar ou pisar basidiomas epígeos na maturidade, os esporos liberados aderidos aos seus corpos se tornam agentes dispersores (SUNHEDE, 1989).

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em áreas de cerrado da FLONA ARARIPE (Fig. 8) delimitada pelas coordenadas geográficas: Extremo Setentrional: 07°11'42" Sul; Extremo Meridional: 07°28'38" Sul; Extremo Oriental: 39°13'28" Oeste e; Extremo Ocidental: 39°36'33" Oeste (SANTOS Jr. et al., 2012). Localiza-se no platô e está inserida no centro da Chapada do Araripe, extremo Sul do estado do Ceará, no Nordeste do Brasil (Fig. 9) (MENDONÇA et al., 2010).



Figura 8 – Chapada do Araripe. A: Área onde está localizado a FLONA ARARIPE. B: Trilha do Belmonte. C: Dossel da FLONA ARARIPE. D: Entrada da trilha do Picoto.

FONTE: A: Saboya, 2012. B: Cariri Cangaço, 2011. Cid Barbosa, 2013. D: Adami, 2012.

A FLONA ARARIPE cobre uma área de cerca de 38.262 ha e perímetro de cerca de 138 km, entre os Municípios de Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri, todos no

Ceará (MMA, 2006), onde detém a única área de cerrado preservada no estado, correspondendo a 10.618,75 ha, cerca de 27,5% da área total deste bioma (COSTA; ARAÚJO; LIMA-VERDE, 2013).

A pesquisa foi realizada na porção de cerrado no Município de Crato – Ceará (7° 13' 46" Sul, 39° 24' 32" Oeste), onde se observa fragmentação do habitat pelas estradas e trilhas existentes. Situado na microrregião conhecida como Cariri, integrando à região metropolitana desta e distando 516 km da capital Fortaleza (IBGE, 2010).

O cerrado é definido como uma formação savânica brasileira de marcante esclerofilia, com espécies vegetais apresentando órgãos subterrâneos bem desenvolvidos e porte reduzido da porção aérea (RIZZINI, 1997). De acordo com Ratter (1997), é a segunda maior formação vegetacional do Brasil, cobrindo cerca de 23% de território ou aproximadamente 2 milhões de quilômetros quadrados, sendo excedido segundo Furley e Ratter (1998), somente pela floresta amazônica com 3,5 milhões de quilômetros quadrados.

O cerrado da Chapada do Araripe é uma disjunção entre 760 e 962 m de altitude (ACCIOLY et al., 2002), encravado no domínio semiárido da caatinga, que devido a maior elevação e menor temperatura se caracteriza como um habitat de “ilha”, portanto, com maior biodiversidade e com espécies de ampla distribuição geográfica (COSTA; ARAÚJO; LIMA-VERDE, 2004).

Apresenta clima tropical chuvoso, com período chuvoso de dezembro a maio, precipitação anual média de 1.000 mm anuais e no mês mais seco 30 mm, temperatura oscilando entre 18°C a 34°C do mês mais frio ao mais quente, umidade relativa do ar mínima média de 50% no período mais seco e vento do leste para oeste (MMA, 2006).

Os solos da chapada FLONA ARARIPE, que se encontram sobre um relevo tabular, são classificados como latossolos vermelho amarelo, com textura argilosa no setor leste e ligeiro acréscimo de teor de argila com a profundidade em toda chapada (JACOMINE et al., 2010).

4.2 Coleta dos espécimes

A coleta dos espécimes foi realizada entre os meses de julho de 2013 a maio de 2014, de forma aleatória em trilhas pré-existentes, estradas e adentrando, sempre que possível, na borda destas. Conforme recomendações de Gimenes (2010), as coletas foram realizadas no período da manhã e evitando-se o momento das chuvas. Foram percorridas as trilhas do Picoto, Belmonte e antigo Aeroporto do Crato.

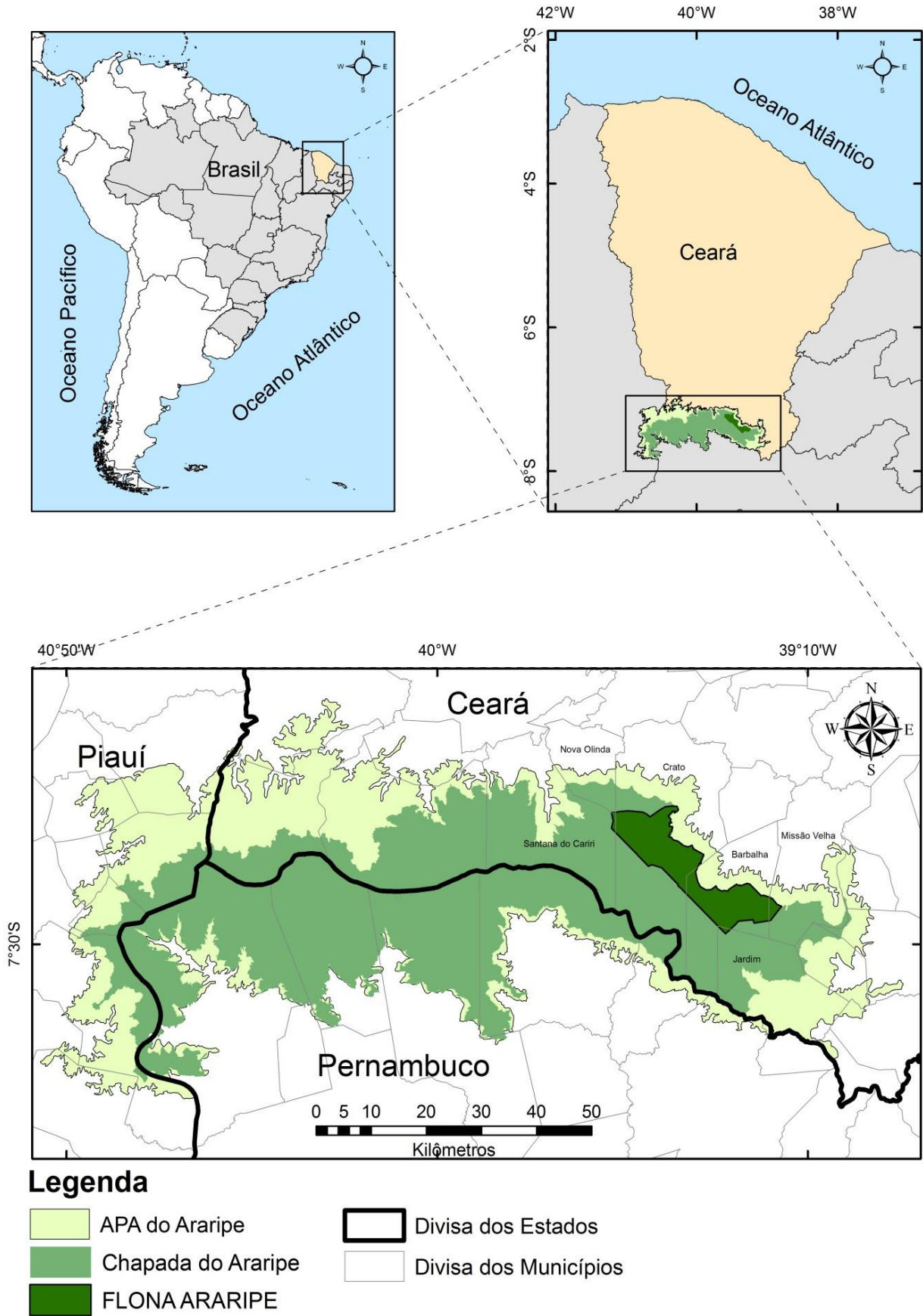


Figura 9 – Localização da Chapada do Araripe, Crato – CE.

FONTE: HERIVELTON F. S.

Antes mesmo de serem coletados, os basidiomas encontrados foram fotografados e georeferenciados por GPS Garmin eTrex. Logo em seguida, foram coletados diversos basidiomas em diferentes estágios de desenvolvimento com auxílio de um estilete ou manualmente, em alguns casos com fragmentos de substrato, conforme recomendações de Fidalgo e Bononi (1984) com adaptações. Os espécimes coletados foram armazenados, provisoriamente, em uma caixa com divisórias.

4.3 Herborização e preservação

Após a coleta, os espécimes foram levados para o Laboratório de Botânica da Universidade Regional do Cariri – URCA, onde foram analisados macroscopicamente com auxílio de um microscópio estereoscópico (lupa) e posteriormente desidratados em estufa sob temperatura de cerca de 40°C por até 48 horas, conforme recomendado por Quevedo et al. (2012). Após a secagem, o material foi acondicionado em sacos de polipropileno, e identificado com uma etiqueta com todos os dados referentes identificação da amostra, tais como: número da amostra, coletor, local e data.

Todas as espécies estudadas foram depositadas no Herbário Cariense Dárdano de Andrade-Lima da URCA com duplicatas no Herbário da UFRN.

4.4 Identificação taxonômica

A identificação taxonômica foi realizada através da análise dos caracteres macro e microscópicos do basidioma de acordo com a literatura especializada disponível, tais como: Sunhede (1989); Ponce de Leon (1968); Soto e Wright (2000); Pegler, Laessoe, Spooner (1995); Dissing e Lange (1962); Eckblad (1955); Moyersoen e Demolium (1996); Liu (1984); Jeppson, Nilsson e Larsson (2013); Cortez, Baseia e Silveira (2008); Baseia, Cavalcanti e Milanez (2003); Calonge e Mata (2006); Moreno et al. (2010); Long e Stouffer (2008); Trierveiler-Pereira e Baseia (2010a); Bottomley (1948); Bates (2004); Calonge, Moreno-Aroyo e Gómez (2000); Leite e Baseia (2007); Trierveiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011); Hemmes e Desjardin (2011); Leite et al. (2011); Perez (2009) e; Reid (1977).

O estudo dos caracteres macroscópicos foi feito a “olho nú” ou com auxílio de microscópio estereoscópico modelo Leica EZ4 (Fig. 11A) no Laboratório de Botânica da URCA. Foram estudadas as seguintes estruturas: tipo do basidioma e características; exoperídio: camada micelial, pseudoparenquimatosa e fibrosa; endoperídio; gleba; e

peristômio, pedicelo e apófise. As medidas das estruturas dos corpos de frutificação frescos foram feitas em campo com o auxílio de régua milimétrica, paquímetro e outras que não foram possíveis em campo, tal como o tamanho dos pelos de basidiomas hirsuto. Adicionalmente, para confecção de imagens detalhadas, foi utilizado microscópio estereoscópico do Laboratório de Biologia de Fungos (LBF) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), modelo Nikon SMZ-1500 com câmera acoplada modelo Nikon DS-Ri1 (Fig. 11C).

Para a padronização das cores (Fig. 10) foi utilizada a carta de cores de Kernerup e Wanscher (1978).

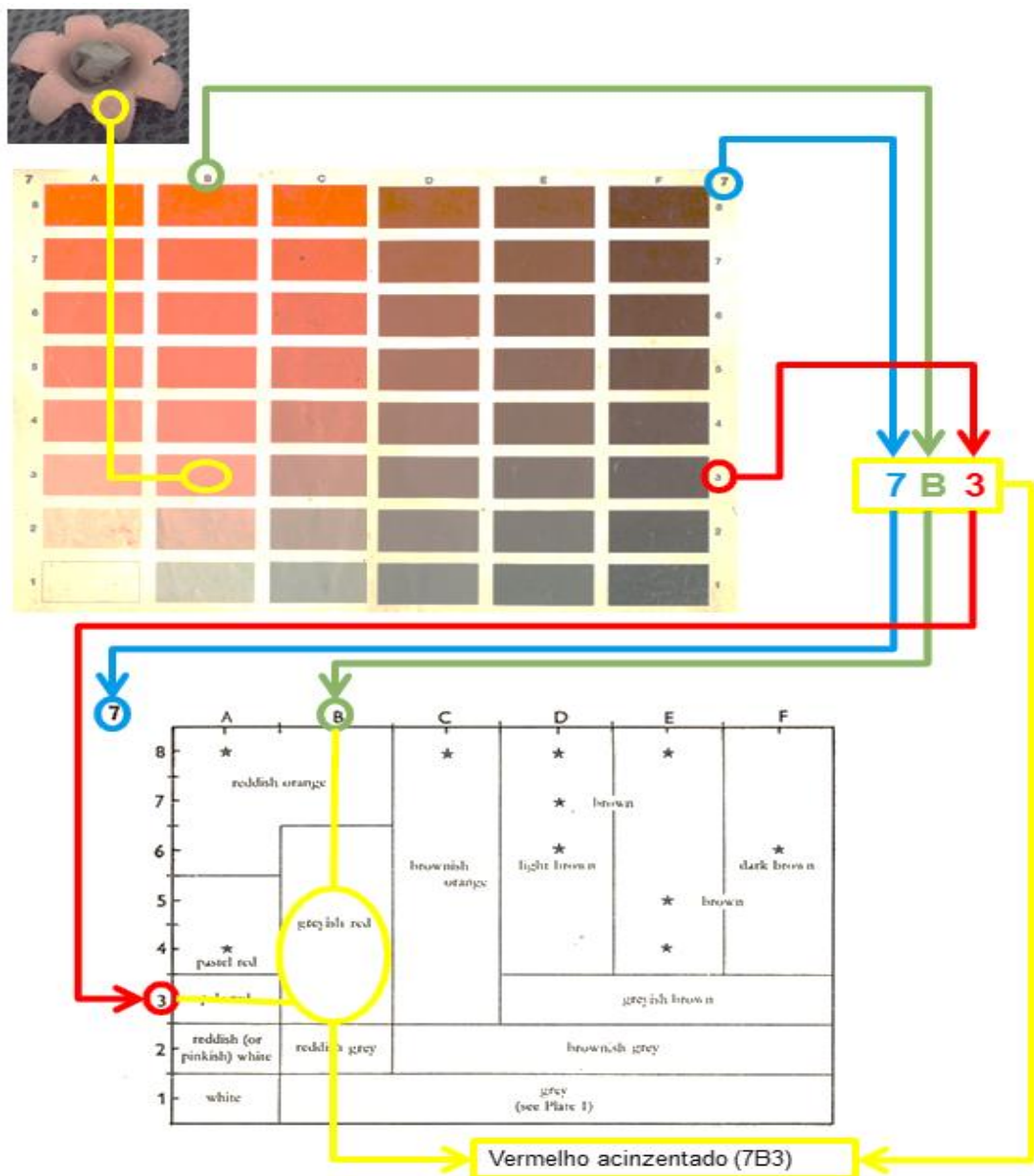


Figura 10 - Esquema para obtenção da coloração das partes do basidioma na carta de cores. FONTE: Adaptado de Kernerup e Wanscher, 1978.

Os caracteres microscópicos estudados foram: basidiósporos, capilícios, hifas da camada micelial, da fibrosa e da pseudoparenquimatosa. As caracterizações e medidas dessas microestruturas foram executadas no Laboratório de Biologia dos Fungos da UFRN com auxílio de microscópio óptico modelo Nikon Eclipse Ni e microfotografados por uma câmera acoplada ao microscópio modelo DS-Ri1 (Fig. 11B) e com o microscópio óptico de câmera clara modelo Olympus BX41 (Fig. 11D). Para observação detalhada da ornamentação dos esporos, ornamentação dos capilícios e superfície do endoperídio foi usado microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo Philips XL30-ESEM do Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura, instalado no Núcleo de Estudos em Petróleo e Gás Natural (CT-Gás) no Rio Grande do Norte.



Figura 11 – Aparelhos ópticos utilizados na análise das microestruturas. A: Microscópio estereoscópio. B: microscópio óptico com câmera acoplada. C: Microscópio estereoscópio com câmera acoplada. D: Microscópio de câmera clara. LBF/UFRN. FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Para a análise das microestruturas do perídio em microscopia de luz, o material seco foi seccionado à mão livre com auxílio de uma lâmina de aço e manipulado com pinças. As microestruturas da porção da gleba foram retiradas com o auxílio de uma pinça para observação. Em ambos os casos foram preparadas lâminas com KOH a 5% (PEREZ, 2009), assim como lâminas permanentes utilizando PVL de acordo com Schenck (1982).

Foram feitas trinta medições do diâmetro (D) e altura (H) dos esporos ($n = 30$), incluindo sua ornamentação e calculado: os valores mínimo, máximo, média aritmética (\bar{X}), e desvio padrão (DP) de cada uma das dimensões, além do coeficiente médio (Q_m).

Das medidas obtidas, foram calculados os valores do diâmetro os valores mínimo (D_{\min} = diâmetro mínimo e H_{\min} = altura mínima) e máximo (D_{\max} = diâmetro máximo e H_{\max} = altura máxima), média aritmética (\bar{X}_D = média do diâmetro e \bar{X}_H = média da altura) e desvio padrão (DP_D = desvio padrão do diâmetro e DP_H = desvio padrão da altura).

$$\bar{X}_D = \frac{\sum_{i=1}^n D}{n} \quad \bar{X}_H = \frac{\sum_{i=1}^n H}{n} \quad DP_D = \sqrt{\frac{(D - \bar{X}_D)^2}{n}} \quad DP_H = \sqrt{\frac{(H - \bar{X}_H)^2}{n}}$$

O coeficiente médio (Q_m) é resultante da razão entre a soma das 30 medidas do diâmetro pela soma das trinta medições da altura, onde o valor de Q_m determina o formato dos esporos.

$$Q_m = \frac{\sum_{i=1}^n D}{\sum_{i=1}^n H}$$

Ainda em na análise microscópica, das camadas que compõem o perídio externo, foram medidas vinte hifas ($n = 20$), medindo o diâmetro e parede de cada hifa. Foi calculado a média (\bar{X}) e o desvio padrão (DP) das hifas de cada camada (micelial, fibrosa e pseudoparenquimatosa).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad DP = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Os nomes dos táxons estão de acordo com a base de dados Index Fungorum (www.indexfungorum.org) e a terminologia adotada está de acordo com Kirk et al. (2008).

4.5 Normas para elaboração da dissertação

A dissertação foi elaborada de acordo com as Normas Brasileiras (NBR) elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tais como: a NBR 14724 (ABNT, 2011) que especifica os princípios gerais dos trabalhos científico, NBR 6023 que estabelece as normas das referências (ABNT, 2002a), NBR 6024 que determina a numeração progressiva das secções de um documento escrito (ABNT, 2012a), NBR 6027 que dispõe sobre a estrutura do sumário (ABNT, 2012b), NBR 6028 que estabelece os requisitos para redação e apresentação de resumos (ABNT, 2003), NBR 10520 que especifica as características exigíveis para apresentação de citações em documentos (ABNT, 2002b) e normas de apresentação tabular (IBGE, 1993).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as visitas realizadas na FLONA ARARIPE foram identificadas 12 espécies pertencentes ao gênero *Geastrum*: *Geastrum* sp., *Geastrum* sp. nov. 1, *Geastrum* sp. nov. 2, *Geastrum* sp. nov. 3, *Geastrum aculeatum*, *Geastrum entomophilum*, *Geastrum javanicum*, *Geastrum lloydianum*, *Geastrum minimum*, *Geastrum rufescens*, *Geastrum rusticum* e *Geastrum triplex*.

5.1 Chave para identificação das espécies de *Geastrum* da FLONA ARARIPE, Crato – CE, Brasil

- 1 – Peristômio fimbriado e endoperídio séssil ou não.....2
 1' – Peristômio sulcado e endoperídio séssil ou com um curto pedicelo.....*G. lloydianum*
 2 – Peristômio delimitado e endoperídio séssil.....3
 2' – Peristômio não-delimitado e endoperídio séssil ou não.....4
 3 – Basidioma imaturo com superfície papirácea, protuberância apical e fissuras radiais do ápice para base, forma um colar proeminente ao redor do endoperídio.....*G. triplex*
 3' – Basidioma imaturo com superfície hirsuta, não forma colar.....*Geastrum* sp. nov. 1
 4 – Basidioma não fornicado, endoperídio séssil e glabro, ausência de apófise.....5
 4' – Basidioma fornicado, endoperídio pedicelado e pruinoso, além de uma apófise proeminente.....*G. minimum*
 5 – Micelial persistente, incrustada ou não, papirácea, cotonosa ou rústica e ausência de subículo.....6
 5' – Micelial persistente ou não, não incrustada, coriácea e crescendo ou não sobre um subículo.....7
 6 – Raios involutos, endoperídio glabro ou não e carnosa com rachaduras formando placas ou não.....8
 6' – Raios arqueados, raramente involutos, endoperídio glabro e carnosa íntegra9
 7 – Camada micelial se desprende do basidioma na maturidade e crescendo sobre um subículo.....*G. javanicum*
 7' – Camada micelial persistente e não cresce sobre um subículo.....*Geastrum* sp. nov. 2
 8 – Carnosa com rachaduras formando placas e endoperídio glabro.....*G. rufescens*

- 8' – Carnosa pode apresentar rachaduras, mas não forma placas e endoperídio com hifas formando tufos proeminentes e enegrecido por deposição de esporos.....*G. entomophilum*
- 9 – Camada micelial com hifas formando tufos aculeiformes e com incrustações apenas de solo.....*G. aculeatum*
- 9' – Camada micelial com hifas não formando tufos aculeiformes e incrustações de solo ou folhiço.....10
- 10 – Basidioma imaturo semi-hipógeo, superfície levemente incrustado com solo com rachaduras na micelial papirácea e esporos medindo de 4,8-6,9 com ornamentações colunares cilíndricas cutas.....*Geastrum* sp. nov. 3
- 10' – Basidioma imaturo hipógeo ou epígeo e micelial cotonosa ou feltrosa.....11
- 11 – Basidioma imaturo hipógeo, esporos medindo 4,4-6,3 μm de diâmetro.....*Geastrum* sp.
- 11' – Basidioma imaturo epígeo, esporos medindo 3,9-5,1 μm de diâmetro.....*G. rusticum*

5.2 Descrição e discussão dos espécimes de *Geastrum*

Tabela 2 – Tabela de ocorrências das espécies encontradas na FLONA ARARIPE.

Espécies	Ocorrências
<i>Geastrum</i> sp.	-
<i>Geastrum</i> sp. nov. 1	Primeiro registro para ciência
<i>Geastrum</i> sp. nov. 2	Primeiro registro para ciência
<i>Geastrum</i> sp. nov. 3	Primeiro registro para ciência
<i>Geastrum aculeatum</i>	Primeiro registro para o Ceará
<i>Geastrum entomophilum</i>	Primeiro registro para o Ceará
<i>Geastrum javanicum</i>	Primeiro registro para FLONA ARARIPE
<i>Geastrum lloydianum</i>	Primeiro registro para FLONA ARARIPE
<i>Geastrum minimum</i>	Primeiro registro para o Ceará
<i>Geastrum rufescens</i>	Primeiro registro para o Semiárido.
<i>Geastrum rusticum</i>	Primeiro registro para FLONA ARARIPE
<i>Geastrum triplex</i>	Segundo registro para FLONA ARARIPE

5.2.1 *Geastrum* sp.

Descrição: Basidioma imaturo parcialmente hipógeo (Fig. 12A), globoso, medindo 11-16 mm de diâmetro x 11-16 mm de altura, coloração bege (4C4), superfície rústica e incrustada

com folhiço e solo, rizomorfas ausentes. Basidioma expandido sacado (Fig. 12B) e medindo 24-32 mm de diâmetro x 15-21 mm de altura. Exoperídio formando 6-7 raios arqueados, não higroscópicos e ausência de colar proeminente ao redor do endoperídio. Camada micelial presente, rústica, bege (4C3), com incrustações de folhas e solo. Camada fibrosa coriácea, branca amarelada (1A2) e medindo 2 mm de espessura quando fresca. Camada pseudoparenquimatosa cinza (5C1) e quase indistinguível da fibrosa quando fresca. Endoperídio subgloboso, medindo 7-18 mm de diâmetro x 5-10 mm de altura, glabro, coloração cinza acastanhado (6E2), séssil e apófise ausente. Peristômio fimbriado, mamiforme, medindo menos de 2 mm de altura, concolor endoperídio e não delimitado. Gleba pulverulenta castanha escuro (6F6).



Figura 12 – *Geastrum* sp. A: Basidioma expandido (lado direito) basidioma imaturo (lado esquerdo). B: Basidiomas expandidos e basidioma imaturo parcialmente hipógeo (lado inferior direito).

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanhos, globosos para subglobosos, medindo 4,4-6,3 μm de diâmetro x 4,2-5,2 μm de altura [$\bar{x} = 4,9 \pm 0,3 \times 4,6 \pm 0,4$, $Q_m = 1,06$, $n = 30$]. Em MEV, apresentando ornamentação verrucosa (Fig. 13E). Capilícios castanho, medindo 2,8-4,1(4,7) de diâmetro, lúmen presente, incrustados, não ramificados e paredes retas medindo $1,10 \pm 0,16 \mu\text{m}$ de espessura. Em MEV, capilício apresenta-se com superfície glabra (Fig. 13F). Camada micelial com hifas hialinas, medindo 2,4-5,5 μm de diâmetro, lúmen presente, sem incrustações, ramificadas (Fig. 13A) e paredes retas medindo $1,25 \pm 0,20 \mu\text{m}$ de espessura. Camada fibrosa com hifas hialinas, medindo 2,6-5,8(7,0) μm de diâmetro, lúmen inconspícuo, levemente incrustadas, não ramificadas, (Fig. 13B) e paredes sinuosas medindo $1,93 \pm 0,45 \mu\text{m}$ de espessura. Camada pseudoparenquimatosa hialinas, medindo (9,9)14,6-33,7 μm de

diâmetro x (13,3)19,0-64,0 µm de altura, ovaladas a alongadas ou piriforme (Fig. 13C) e com paredes sinuosas medindo $1,49 \pm 0,22$ µm de espessura. Superfície do endoperídio com hifas entrelaçadas e anastomosadas (Fig. 13D).

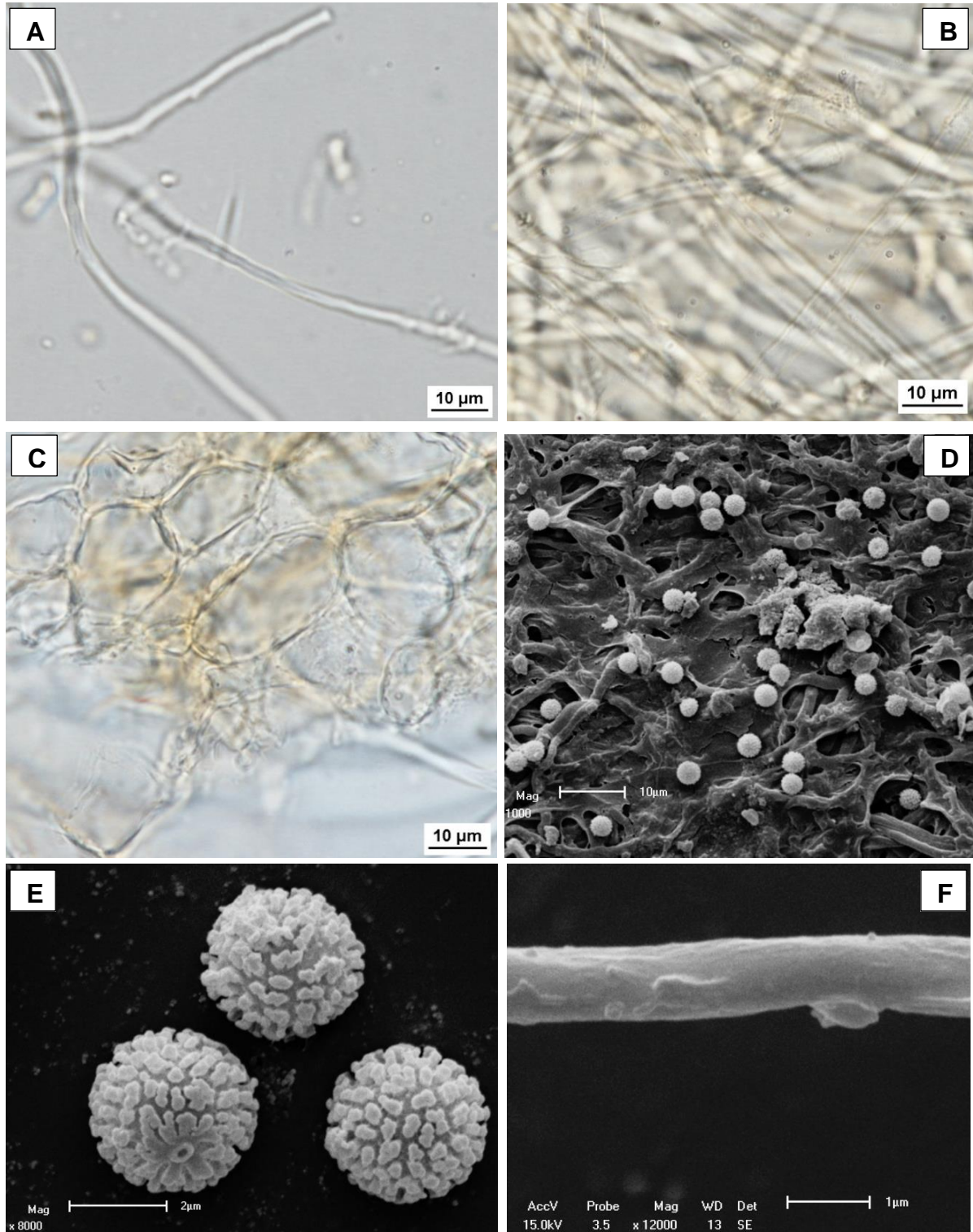


Figura 13 - Microestruturas de *Geastrum* sp. A: Hifas da camada micelial. B: Hifas da camada fibrosa. C: Hifas da camada carnosa. D: Superfície endoperidial. E: Basidiósporos. F: Capilício.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Substrato: Crescendo sobre solo ou folhas liteiras em decomposição.

Hábito: crescendo isolada ou em grupos sobre liteiras em áreas sombreadas.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'51,2" S e 39°29'43,7" O), 23/III/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 16; UFRN - 2262).

Discussão: *Geastrum* sp. é caracterizada por basidioma imaturo semi-hipógeo, basidioma expandido sacado, raios arqueados, não higroscópico, camada micelial incrustada com detritos, endoperídio sésil, glabro e subgloboso, peristômio fimbriado e não delimitado. Essas características aproximam de espécies como *G. fimbriatum*, *G. rusticum*, *G. arenarium*, *G. inpaense*, *G. albonigrum* e *G. rufescens*. A espécie *G. fimbriatum* e *G. rusticum* tem uma morfologia muito semelhante com *Geastrum* sp., porém *G. fimbriatum* difere quanto ao tamanho dos esporos e ornamentação (SUNHEDE, 1989) e *G. rusticum* por ter micelial feltrosa, ápice pontiagudo e ornamentação dos esporos diferentes (CABRAL et al., 2014a). *Geastrum inpaense* é caracterizado por apresentar pelos na camada micelial (CABRAL et al., 2014b) que não é encontrado em *Geastrum* sp. Já com relação à *Geastrum albonigrum*, diferencia-se de *Geastrum* sp., porque apresenta camada micelial efêmera, com processos espinhosos e rizomorfas (CALONGE; MATA, 2004). *Geastrum rufescens* apresenta-se semelhante, porém normalmente se encontra pseudofornicado ou arqueado (CALONGE, 1998) e pseudoparenquimatosa apresentando rachaduras que formam placas (SUNHEDE, 1989).

5.2.2 *Geastrum* sp. nov. 1

Diagnose: Unexpanded basidioma globose to subglobose, 3-8 mm in diam. x 3-8 mm high, hairy surface, brownish yellow to light orange. Expanded 7-12 mm diam. and 4-10 mm high, exoperidium forming 5-7 revolute rays, non-hygroscopic and persistent micelial layer, hirsute without fouling. Endoperidium, sessile and without apophysis. Peristome fibrillose, well-defined. Gleba dark brown.

Descrição: Foram coletados vários basidioma imaturos em diferentes estágios de desenvolvimento, epígeo, globosos a subglobosos, ápice levemente umbonado, medindo 3-8 mm de diâmetro x 3-8 mm de altura, amarelo amarronzado (4C8) a laranja claro (6A4), superfície hirsuta (Fig. 14A e 14C), com pelos medindo aproximadamente 0,7 mm, sem incrustações e ausência de rizomorfas. Basidioma expandido sacado (Fig. 14D), medindo 7-

12 mm de diâmetro x 4-10 mm de altura incluindo o peristômio. Exoperídio formando 5 a 7 raios revolutos (Fig. 14B), não higroscópicos, não forma colar a partir da pseudoparenquimatosa. Camada micelial hirsuta persistente, amarelo amarronzado (4C8) a laranja clara (6A4), incrustações ausentes e delgadas. Camada fibrosa cinza pastel (1C1) a bege acinzentada (4C2) ou cinza amarelado (4C3), medindo 1,5 mm de espessura. Camada pseudoparenquimatosa com coloração indiferenciável da fibrosa quando fresca, persistente e glabra. Endoperídio globoso a subgloboso, medindo 3-7 mm de diâmetro x 2,5-7 mm de altura, glabro, cinza claro (1D1) para cinza acastanhado (9E2), sésil e apófise ausente. Peristômio fimbriado, variando de aplanado para levemente mamiforme, medindo menos de 1 mm, cinza (6D1) a cinza acastanhado (9E2) ou cinza amarelado (6C4), bem delimitado por uma linha formada pela elevação da superfície, mas com a mesma cor do peristômio. Gleba pulverulenta e castanha escura (6F8).



Figura 14 – Basidiomas de *Geastrum* sp. nov. 1. A: Basidioma imaturo hirsuto sobre subículo e madeira. B: Basidioma na maturidade sobre pedaço de madeira e rodeado por briófitas. C: Basidioma imaturo crescendo sobre uma folha. D: Basidioma na maturidade.

Basidiósporos castanhos escuro em KOH a 5%, globosos a subglobosos, medindo 4,8-6,3 μm de diâmetro x 4,5-6,0 μm de altura [$\bar{x} = 5,5 \pm 0,4$ x $5,3 \pm 0,4$, $Q_m = 1,05$, $n = 30$]. Ao MEV a ornamentação se apresenta sob a forma de colunas (Fig. 15D), pouco definidas, baixas e bastante espaçadas. Capilícios castanhos claro em KOH a 5%, medindo 2,0-4,8 μm de diâmetro, lúmen presente, não ramificado, com paredes retas e medindo $0,95 \pm 0,21$ μm de espessura. Ao MEV superfície levemente ornamentada com verrugas irregulares quanto à forma (Fig. 15C). Camada micelial com hifas hialinas, medindo 4,3-6,7(7,6) μm de diâmetro, lúmen presente, sem incrustações (Fig. 15A), ramificadas e paredes retas medindo $2,32 \pm 0,41$ μm de espessura. Camada fibrosa com hifas hialinas, medindo 3,5-5,6 μm de diâmetro, lúmen presente, não incrustada, ramificações frequentes (Fig. 15B), paredes retas e medindo 1,4-2,4 μm de espessura. Camada pseudoparenquimatosa com hifas castanha clara (Fig. 15C), medindo 20,7-47,1 μm de diâmetro x 15,8-41,0 μm de altura, variam de subglobosas, ovaladas ou piriforme e com paredes medindo $1,59 \pm 0,23$ μm de espessura.

Substrato: Crescendo sobre madeira ou folhas liteiras.

Hábito: Basidiomas crescendo sobre folhço em decomposição ou madeira, solitário, raramente gregário, sobre subículo esbranquiçado. Ocorrendo em locais total ou parcialmente sombreados.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'55,3" S e 39°29'41,4" O), 04/IV/2014, FERREIRA, R. J., NASCIMENTO, K. J. NASCIMENTO (UFRN Fungos - 2256); (07°14'53,5" S e 39°29'50,5" O), 01/IV/2014, FERREIRA, R. J., (URCA Fungos – 02); (07°14'59,2" S e 39°30'01,5" O), 19/III/2014, FERREIRA, R. J., BARBOSA, M. M. B., CRUZ, R. H. F. (URCA – Fungos 03); (07°14'56,6" S e 39°29'50,3" O), 17/III/2014, FERREIRA, R. J., (URCA – Fungos 04).

Discussão: *Geastrum* sp. nov. 1 se caracteriza por tamanho muito pequeno do basidioma(máximo 12 mm quando expandido), crescendo sobre um subículo esbranquiçado, micelial hirsuta e persistente, endoperídio séssil e com peristômio fibriloso e delimitado. Com essa caracterização se assemelha a *G. schweinitzii*, *G. subiculosum*, *G. albonigrum*, *G. hirsutum*, *G. javanicum*, *G. argentinum* Spegazini e *G. impaense*. *Geastrum schweinitzii* se diferencia de *Geastrum* sp. nov. 1 por apresentar a camada micelial lisa e branca amarelada (BASEIA; CAVALCANTI; MILANEZ, 2003), hábito cespitoso (LEITE; BASEIA, 2011) e esporos menores (3-5 μm de diâmetro) (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011).

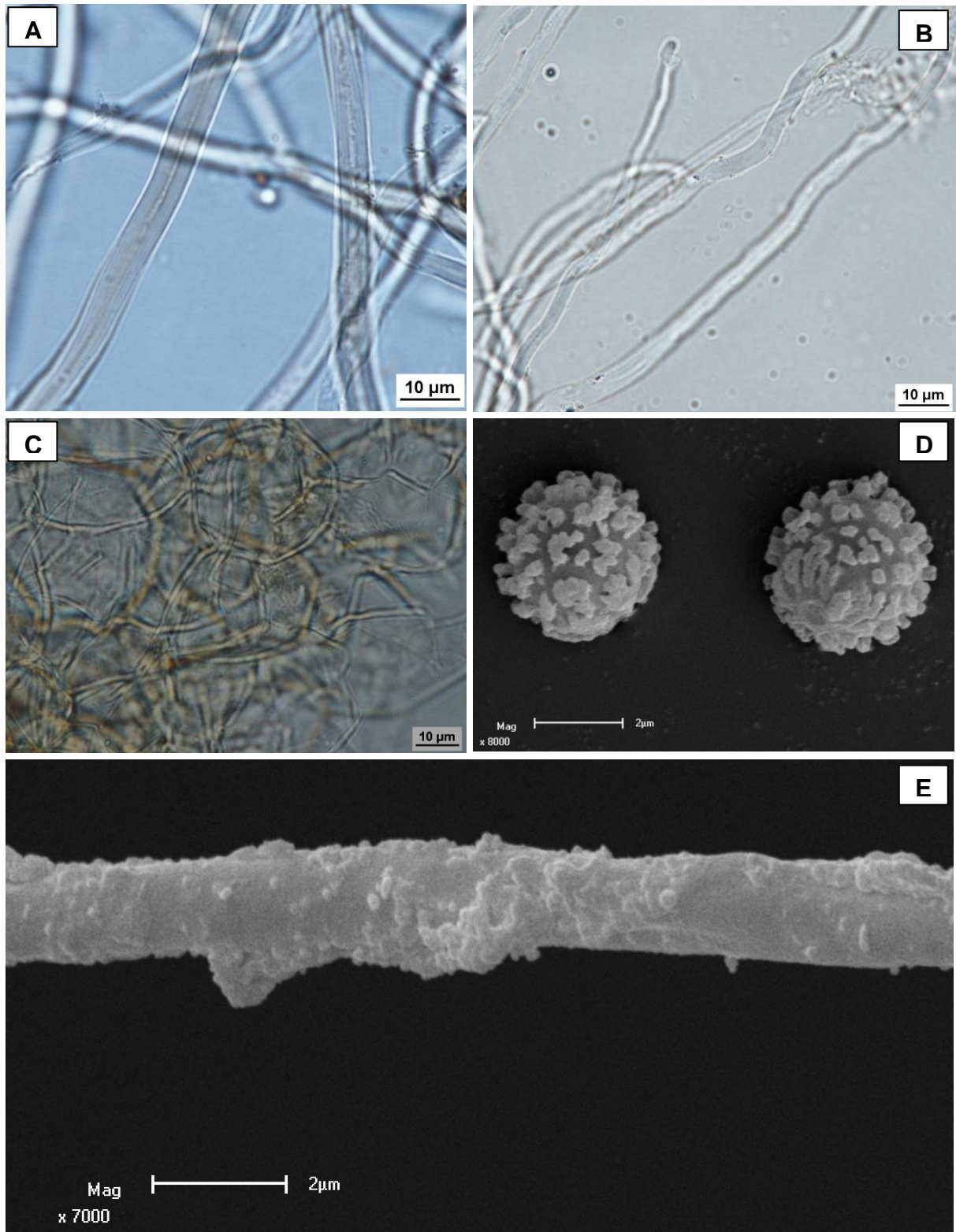


Figura 15 – Microestruturas de *Geastrum* sp. nov. 1 A: hifas da camada micelial mostrando lúmen reduzido. B: hifas da camada fibrosa bastante ramificada. C: Hifas da camada carnosa. D: Basidiósporos. E: Capilícios.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Com relação a *G. subiculosum* os seus esporos são menores, medindo 3,6-4,4, (DISSING; LANGE, 1962) e de acordo com PONCE DE LEON (1968) é sinonímia de *G. schweinitzii*.

Quanto a *G. albonigrum*, difere por não apresentar peristômio delimitado, tamanho maior com 25-40 mm de diâmetro quando expandido (CALONGE; MATA, 2004), camada micelial com pelos não persistentes, esporos menores, medindo 3,8-5 µm de diâmetro (SOUSA, 2014c) e subículo ausente (TRIERVEILER-PEREIRA; SILVEIRA, 2012). Em relação a *G. hirsutum* se diferencia pelo basidioma maior (15-20 mm de diâmetro expandido), esporos globosos e menores (2,5-3 µm de diâmetro) (BASEIA; CALONGE, 2006) e quanto ao número de raios (5-8) (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011). Apesar de *G. javanicum* apresentar subículo, endoperídio sésil, peristômio fibriloso e delimitado, se diferencia de *Geastrum* sp. nov. 1 por não ser hirsuta e apresentar camada micelial que se desprende da camada fibrosa na maturidade (CALONGE, 1988). Além disso, se diferenciam pelo tamanho dos basidiomas que são maiores, medindo 25-40 mm de diâmetro quando expandido (CALONGE; MATA; CARRANZA, 2005) e esporos menores, medindo 2,5-3,5 µm de diâmetro (PONCE DE LEON, 1968). *Geastrum argentinum* se diferencia por seu tamanho maior, 15-32 mm de diâmetro, micelial coriácea e peristômio não delimitado (ZAMORA et al., 2013a). *Geastrum inpaense* apesar de possuir micelial hirsuta, difere de *Geastrum* sp. nov. 1 por possuir esporos menores (2,6-3,8) e pelo formato e disposição dos pêlos na micelial (CABRAL et al., 2014). Mediante o conjunto de caracteres diagnósticos, propomos o estabelecimento de uma nova espécie para a ciência.

5.2.3 *Geastrum* sp. nov. 2

Diagnose: Unexpanded basidioma subglobose and semi-hypogeous. Basidioma expanded saccate. Exoperidium forming 6-8 rays, non-hygroscopic and revolute. Leathery mycelial layer, light brown and not encrusted. Endoperidium subglobose, sessile e glabrous. Peristome fibrillose, non-delimited. Hyphae of mycelial layer with dilated sections and other constricted and branched. Spores globose to subglobose, brown, measuring 4.7-6.2 µm in diameter.

Descrição: Basidioma imaturo não coletado. Basidioma expandido sacado (Fig. 16A e 16B) e medindo 38-53 mm de diâmetro x 14-23 mm de altura. Exoperídio formando 6-8 raios revolutos, não higroscópicos e não forma colar proeminente ao redor do endoperídio a partir da pseudoparenquimatosa. Camada micelial presente, coriácea, castanha claro (6D5), não incrustada e espessa. Camada fibrosa papirácea, laranja acastanhada (6C6) e medindo 5 mm quando fresca. Camada pseudoparenquimatosa não se distingue da fibrosa quando fresca em coloração e aspecto. Endoperídio subgloboso, medindo 15-23 mm de diâmetro x 11-20 mm de altura, glabro, cinza acastanhado (7D2), sésil e apófise ausente. Peristômio fibriloso,

aplanado, com coloração castanha escuro (7F4) e não delimitado. Gleba pulverulenta castanha escuro (7F4).



Figura 16 – *Geastrum* sp. nov. 2. A: Basidioma expandido. B: Basidiomas expandido e imaturos iniciando deiscência.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanhos, globosos a subglobosos, medindo $4,7-6,2 \mu\text{m}$ de diâmetro x $4,4-5,7 \mu\text{m}$ de altura [$\bar{x} = 5,4 \pm 0,3 \times 5,1 \pm 0,3$, $Q_m = 1,07$, $n = 30$]. Em MEV apresentam ornamentações formando processos colunares e entre estas ornamentações algumas ornamentações verrucosas pequenas (Fig. 17E). Capilícios castanho claro a acinzentado, medindo $(3,6)4,2-5,2 \mu\text{m}$ de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustado, ramificados e paredes retas medindo $1,15 \pm 0,22 \mu\text{m}$ de espessura. Em MEV, apresenta-se bastante ornamentado com processos verrucosos em toda sua superfície (Fig. 17F). Camada micelial com hifas hialinas para amarela claro, com porções dilatadas medindo $(7,1)11,3-30,0(33,8) \mu\text{m}$ de diâmetro e porções constrictas $6,3-12,3(16,0) \mu\text{m}$ de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustadas, bastante ramificadas e paredes sinuosas medindo $3,04 \pm 0,36 \mu\text{m}$ de espessura (Fig. 17A e 17B). Camada fibrosa com hifas hialinas (Fig. 17C), medindo $(1,9)2,2-4,2 \mu\text{m}$ de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustadas, não ramificadas e paredes retas medindo $1,36 \pm 0,32 \mu\text{m}$ de espessura. Camada pseudoparenquimatosa hialinas para amarela claro (fig. 17D), medindo $13,1-31,3(37,3) \mu\text{m}$ de diâmetro x $16,3-49,9 \mu\text{m}$ de altura, subglobosas a ovaladas ou piriformes e paredes sinuosas medindo $1,88 \pm 0,33 \text{mm}$ de espessura.

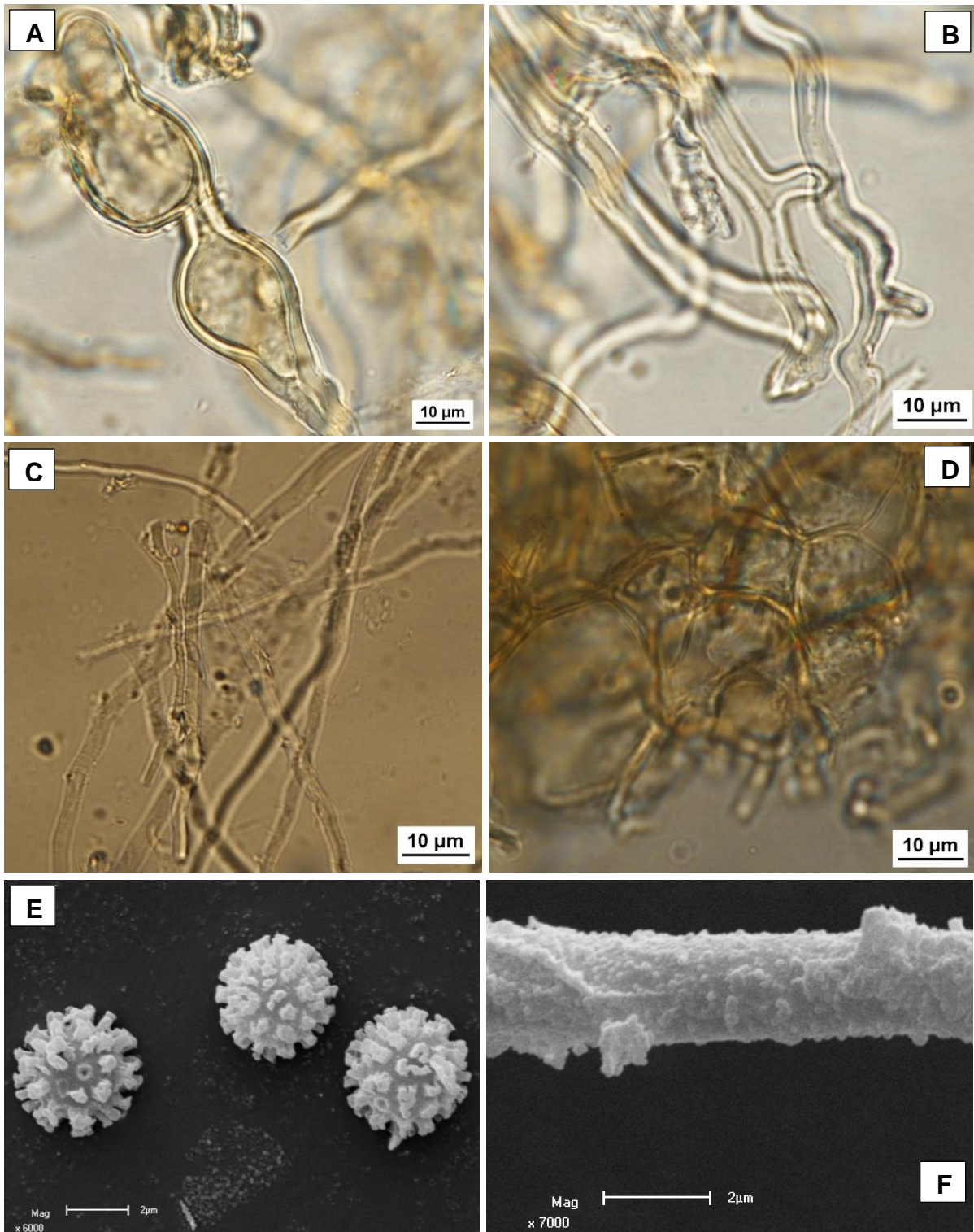


Figura 17 – Microestruturas de *Geastrum* sp. nov. 2. A e B: Hifas da camada micelial. C: Hifas da camada fibrosa. D: Hifas da camada carnosa. E: basidiósporos. F: Capilício.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Substrato: Crescendo sobre folhas liteiras.

Hábito: Crescendo isolada ou em grupos sobre liteiras em áreas sombreadas.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'54,1" S e 39°29'31,8" O), 07/II/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 15; UFRN - 2258); 07°14'59,0" S e 39°30'08,1" O), 01/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 27).

Discussão: *Geastrum* sp. nov. 2 se caracteriza por basidioma sacado, camada micelial coriácea, exoperídio não higroscópico, endoperídio sésil e glabro, peristômio fibriloso, não delimitado e aplanado. Essa caracterização aproxima de espécies com *Geastrum fimbriatum*, *G. argentinum*, *G. javanicum*, *G. saccatum*, *G. lageniforme*, *G. floriforme* e *G. triplex*. A espécie *Geastrum fimbriatum* tem uma morfologia semelhante à *Geastrum* sp. nov. 2, porém diferencia por apresentar micelial incrustada (CALONGE, 1998). Já em relação à *Geastrum argentinum*, diferencia-se por este crescer sobre um subículo (ZAMORA et al., 2013a). *Geastrum* sp. nov. 2 se assemelha a *G. javanicum*, porém difere por não crescer sobre um subículo (HEMMES; DESJARDIN, 2011) e micelial efêmera na maturidade (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011). *Geastrum saccatum* se distingue de *Geastrum* sp. nov. 2 por ter peristômio delimitado (SUNHEDE, 1989). *Geastrum lageniforme* apresenta raios pontiagudos e afilados (LEITE et al., 2011) peristômio delimitado (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1955) e micelial velutina (BOTOMLEY, 1948), são características não encontradas em *Geastrum* sp. nov. 2. Em *Geastrum floriforme* o basidioma sacado, endoperídio sésil, peristômio fibriloso e não delimitado são características comuns com *Geastrum* sp. nov. 2, porém *G. floriforme* difere por apresentar micelial com incrustações (CALONGE, 1998) e exoperídio higroscópico (MOYERSON; DEMOULIN, 1996). *Geastrum triplex* se distingue por apresentar peristômio delimitado (JEPSSON, NILSSON, LAESOE, 2013) e camada carnosa formando um colar ao redor do endoperídio (SUNHEDE, 1989).

5.2.4 *Geastrum* sp. nov. 3

Diagnose: Unexpanded basidiomata with mycelial showing cracks, yellowish white color to brown, semi-hypogeous, basidiomata expanded saccate, darkened colorations, non-hygroscopic exoperidium, fleshy in some specimens forming a collar, mycelial lightly encrusted with soil, sessile and glabrous endoperidium and fibrillose and non-delimited peristome.

Descrição: Basidioma imaturo parcialmente hipógeo, globosos a subglobosos, ápice umbonado, medindo 15-28 mm de diâmetro x 14-23 mm de altura, coloração castanho (5E5) para castanho claro (6D4), superfície papirácea com rachaduras irregulares em tamanho e direção (Fig. 18A), pouco incrustações com solo e rizomorfias ausentes. Basidioma expandido

sacado (Fig. 18B) e medindo 24-58 mm de diâmetro x 12-29 mm de altura. Exoperídio formando 4-10 raios arqueados, não higroscópicos e apresenta colar proeminente ao redor do endoperídio formado a partir da pseudoparenquimatosa. Camada micelial presente, papirácea, laranja claro (6A4) a castanha claro (6D4) ou laranja acastanhado (6C3), com presença de incrustações de solo e espessa. Camada fibrosa coriácea, coloração vermelho pastel (7A4) a laranja acastanhado (6C3) e medindo 1-2,5 mm de espessura quando fresca. Camada pseudoparenquimatosa cinza acastanhada (8D2) para vermelho acinzentado (8B4) e delgada. Endoperídio globoso a subgloboso, medindo 10-21 mm de diâmetro x 8-19 mm de altura, glabro, coloração castanha acinzentada (7D3) a castanha escura (8F4), séssil e apófise ausente. Peristômio fibriloso, mamiforme, medindo 1-3 mm de altura, coloração castanha acinzentada (7D3) a castanho escuro (8F4), mal delimitado de coloração cinza (2C1). Gleba pulverulenta cinza acastanhada (7E2) a castanha escura (8F4).



Figura 18 – Basidiomas de *Geastrum* sp. nov. 3. A: Basidioma imaturo com superfície apresentando fissuras irregulares. B: Basidioma expandido mostrando colar proeminente.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanhos a castanho claro, globosos a subglobosos, medindo 4,8 – 6,9 μm de diâmetro x 4,7-6,3 μm de altura [$\bar{x} = 5,7 \pm 0,5 \times 5,5 \pm 0,5$, $Q_m = 1,05$, $n = 30$]. Ao MEV apresenta ornamentação colunar curtas e ornamentação ao redor e em direção ao ápículo como linhas longitudinais (Fig. 19D). Capilícios castanhos claro, medindo (1,9)2,7-4,9 μm de diâmetro, lúmen presente, incrustados, ramificados e paredes retas medindo $0,55 \pm 0,09 \mu\text{m}$ de espessura. Ao MEV apresenta-se ornamentado com processos verrucosos em toda superfície (Fig. 19E). Camada micelial em hifas hialinas (Fig. 19A), medindo 1,6-3,0 (3,9)

μm de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustadas, ramificadas e paredes sinuosas medindo $0,58 \pm 0,10 \mu\text{m}$ de espessura. Camada fibrosa com hifas hialinas (Fig. 19B), medindo $1,9-4,7 \mu\text{m}$ de diâmetro, lúmen presente, com incrustações, ramificadas e paredes retas medindo $0,70 \pm 0,10 \mu\text{m}$ de espessura. Camada pseudoparenquimatosa amarela clara, medindo $27,2-58,0 \mu\text{m}$ de diâmetro x $19,5-48,0(54,3) \mu\text{m}$ de altura, piriformes ou ovaladas (Fig. 19C) e paredes retas medindo $0,64 \pm 0,15 \mu\text{m}$ de espessura.

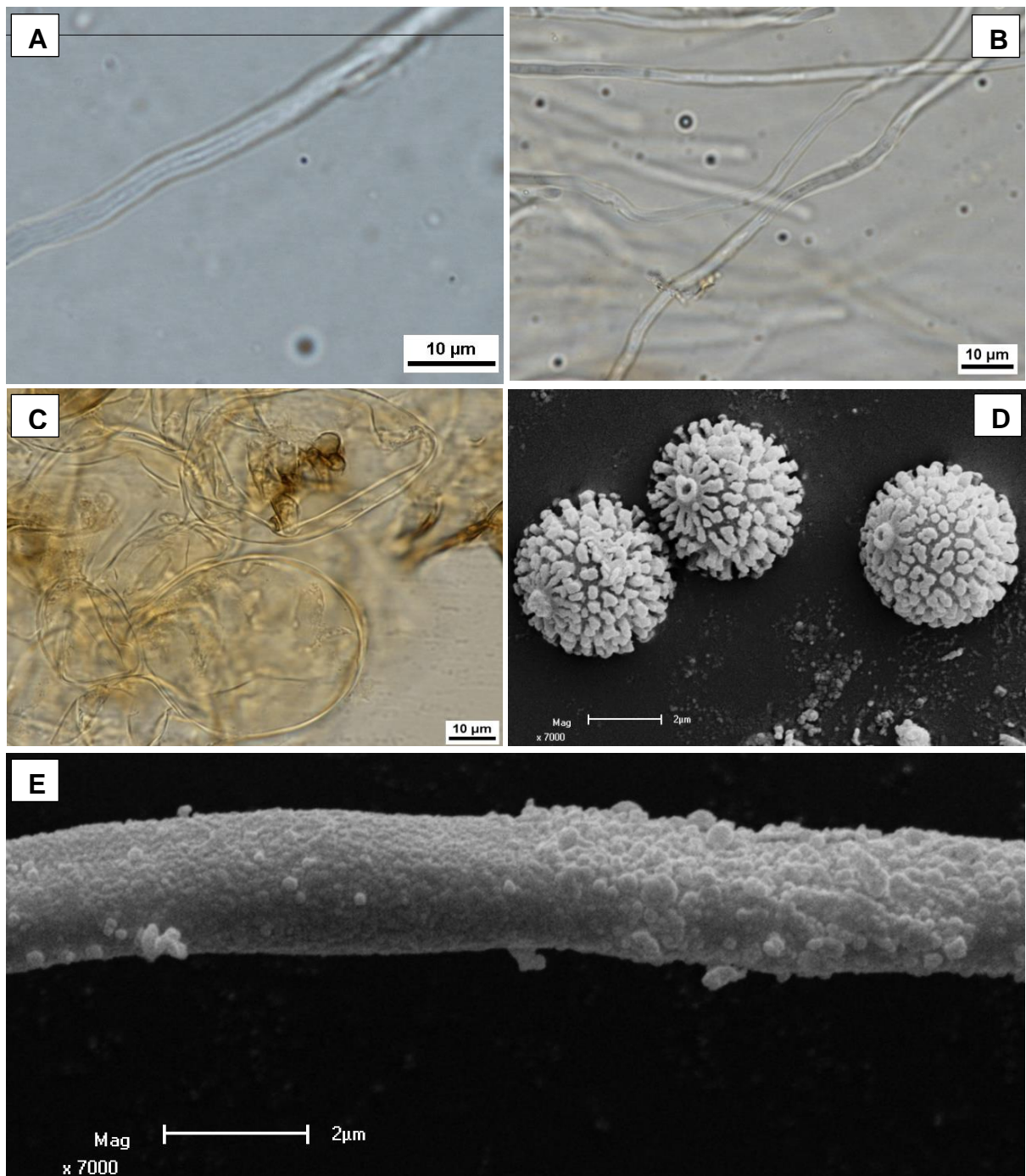


Figura 19 – Microestruturas de *Geastrum* sp. nov. 3. A: Hifa da camada micelial. B: Hifas da camada fibrosa. C: Hifas da camada carnosa. D: Basidiósporos. E: Capilício. FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Substrato: Crescendo sobre o solo.

Hábito: Crescendo solitário ou em grupo em áreas com bastante liteiras e completamente sombreada.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'51,0" S e 39°29'43,8" O), 01/V/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 17; UFRN - 2266); (07°16'35,8" S e 39°27'06,7" O), 26/IV/2014, FERREIRA, R. J. e SILVA, F. F. (URCA Fungos – 18); (07°16'35,8" S e 39°27'06,8" O), 26/IV/2014, FERREIRA, R. J. e SILVA, F. F. (URCA Fungos – 19); (07°16'35,8" S e 39°27'35,7" O), 26/IV/2014, FERREIRA, R. J. e SILVA, F. F. (URCA Fungos – 20); (07°14'51,8" S e 39°97'44,9" O), 26/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 21); (07°14'51,3" S e 39°29'44,0" O), 01/V/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 22); (07°16'50,5" S e 39°29'43,9" O), 01/V/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 23); (07°14'51,0" S e 39°29'43,8" O), 01/V/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 24); (07°14'49,1" S e 39°29'44,4" O), 01/V/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 25); (07°14'49,4" S e 39°29'44,7" O), 01/V/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 26).

Discussão: *Geastrum* sp. nov. 3 é caracterizada por apresentar basidioma imaturo com a camada micelial apresentando rachaduras que expõe a camada fibrosa de coloração branca amarelada para castanho, semi-hipógeo, basidioma expandido sacado, colorações escurecidas, exoperídio não higroscópico, carnosa em alguns espécimes formando um colar, micelial levemente incrustada com solo, endoperídio sésil e glabro, peristômio fibriloso e não delimitado. Essa caracterização se assemelha com outras espécies como *G. fimbriatum*, *G. rufescens*, *G. triplex*, *G. rusticum* e *G. albonigrum*. A espécie *Geastrum fimbriatum* tem uma enorme semelhança morfológica com *Geastrum* sp. nov. 3, porém diferencia-se pela coloração da camada carnosa e endoperídio com tonalidades mais claras (MOYERSON; DEMOULIN, 1996), camada micelial bastante incrustada com folhiço e aspecto feltrosa (SUNHEDE, 1989) e possuir esporos menores (3-4,5 µm de diâmetro). Já *Geastrum rufescens* se aproxima em diversos aspectos, mas apresenta a camada carnosa com rachaduras formando placas (CALONGE, 1998) e micelial bastante incrustada com solo e folhiço, além do basidioma imaturo ser hipógeo (PEGLER; LAESSOE; SPOONER 1995). Em relação a *Geastrum triplex* se assemelha com *Geastrum* sp. nov. 3 por apresentar um colar proeminente na camada carnosa ao redor do endoperídio, no entanto, *G. triplex* apresenta peristômio delimitado e as fissuras no basidioma imaturo são longitudinais (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011). *Geastrum rusticum* difere por apresentar a camada micelial papirácea a feltrosa esbranquiçada e pela ornamentação dos esporos (CABRAL et al. 2014a).

Geastrum albonigrum se diferencia por apresentar uma micelial efêmera, micelial hirsuta constituída por processos espinhosos e presença de rizomorfias (CALONGE; MATA, 2004).

5.2.5 *Geastrum aculeatum* B.D.B. Silva e Baseia, *Nova Hedwigia* 96: 448 (2013)

Descrição: Basidiomas imaturos epígeos ou parcialmente hipógeos (Fig. 20A), globosos a subglobosos, levemente umbonado, medindo 18-19 mm de diâmetro x 13-17 mm de altura, coloração castanho (5E5), superfície com hifas formando tufos aculeados (Fig. 20C e 20D), ausência de incrustações e ausência de rizomorfias. Basidioma expandido sacado (Fig. 20B) mede 28-45 mm de diâmetro x 12-32 mm de altura. Exoperídio formando 5-8 raios revolutos, não higroscópico e não forma colar proeminente ao redor do endoperídio. Camada micelial presente, aculeiforme, castanho claro (5D7), sem incrustações e espessa. Camada fibrosa papirácea, laranja acastanhada (7C4) e medindo 2 mm de espessura quando fresca. Camada pseudoparenquimatosa pouco indistinguível da fibrosa, quando fresco, com coloração cinza acastanhado (8D3). Endoperídio globoso a subgloboso, medindo 12-21 mm de diâmetro x 12-19 mm de altura, glabro, castanho escuro (7F7), séssil e sem apófise. Peristômio fibriloso levemente mamiforme a aplanado, menor que 2 mm de altura, concolor endoperídio e não delimitado. Gleba constituída pulverulenta e coloração castanho escuro (7F7).

Basidiósporos castanho claro, subglobosos, medindo 4,7-5,8 μm de diâmetro x 4,5-5,6 μm de altura [$\bar{x} = 5,2 \pm 0,3 \times 5,0 \pm 0,3 \mu\text{m}$, $Q_m = 1,06$, $n = 30$]. Ornamentação não muito visível ao MO, porém, ao MEV possuem um formato colunar com processos verrucosos pequenos entre os processos colunares (Fig. 21D). Capilícios castanho claro, medindo 2,7-5,7(6,3) μm de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustados ao MO, sem ramificações, paredes retas medindo $0,98 \pm 0,17 \mu\text{m}$ de espessura. Em MEV sem ornamentação (Fig. 21E), exceto pouquíssimas verrugas. Camada micelial amarelas clara para hialinas, com hifas sinuosas com porções alargadas, medindo (8,6)10,8-20,3 μm de diâmetro, e outras com constrições, medindo 4,2-8,7(10,72) μm de diâmetro, lúmen presente, incrustadas presentes e, nas duas porções (Fig. 21C), paredes retas medindo $1,60 \pm 0,30 \mu\text{m}$ de espessura, não ramificadas, Camada fibrosa com hifas hialinas, medindo 1,0-2,4 μm de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustadas (Fig. 21A), sem ramificações, paredes medindo $1,31 \pm 0,69 \mu\text{m}$ de espessura. A camada pseudoparenquimatosa com hifas hialinas, medindo 24,1-41,0 μm de diâmetro x (22,7)33,7-87,5(98,66) μm de altura, alongadas, piriformes (Fig. 21B) e com paredes retas medindo $1,34 \pm 0,68 \mu\text{m}$ de espessura.

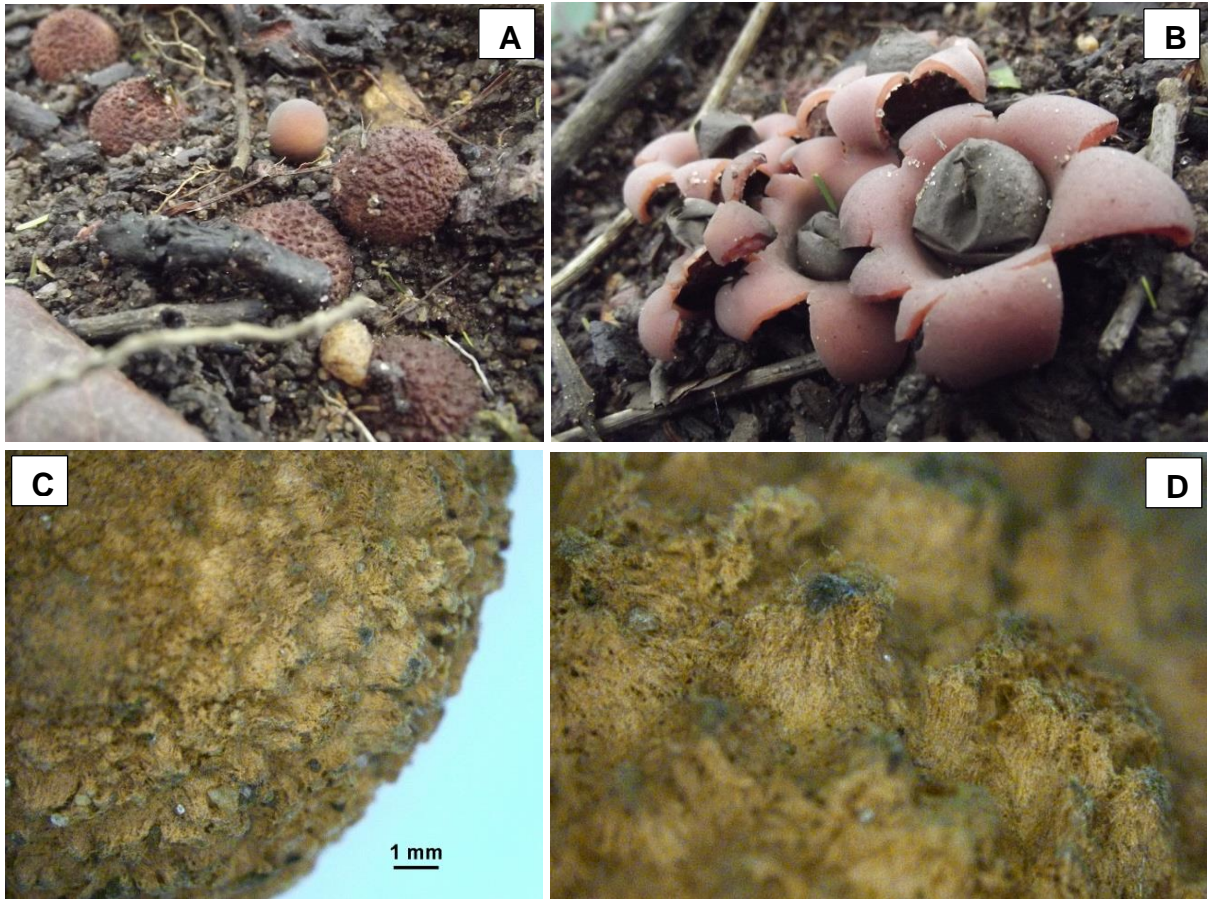


Figura 20 – Basidiomas de *Geastrum aculeatum* e superfície da camada micelial. A: Basidioma imaturo. B: Basidioma expandido. C e D: Superfície do basidioma imaturo mostrando os acúleos. FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Substrato: Crescendo sobre o solo onde continha um formigueiro.

Hábito: Crescendo solitário ou gregário.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'59,4" S e 39°30'04,3 O), 01/VI/2014, FERREIRA, R. J. e SILVA, F. F. (URCA Fungos – 11).

Distribuição da espécie no Brasil: Piauí (SILVA et al., 2013).

Discussão: *Geastrum aculeatum* é caracterizado pelo seu basidioma imaturo epígeo, camada micelial com superfície com tufo aculeados, basidioma sacado, exoperídio não higroscópico e raios recurvados, endoperídio séssil com peristômio fibriloso e não delimitado o que o aproxima de espécies como *G. litchiforme*, *G. echinulatum*, *G. javanicum*, *G. albonigrum* e *G. arenarium* Lloyd. A espécie *Geastrum litchiforme* tem porém uma morfologia que difere no tamanho, são maiores medindo 22–30 mm altura x 27–40 mm de diâmetro, a superfície micelial apresenta processos piramidais e esporos pequenos 3.2-3.8 µm diâmetro (HEMMES; DESJARDIN, 2011).

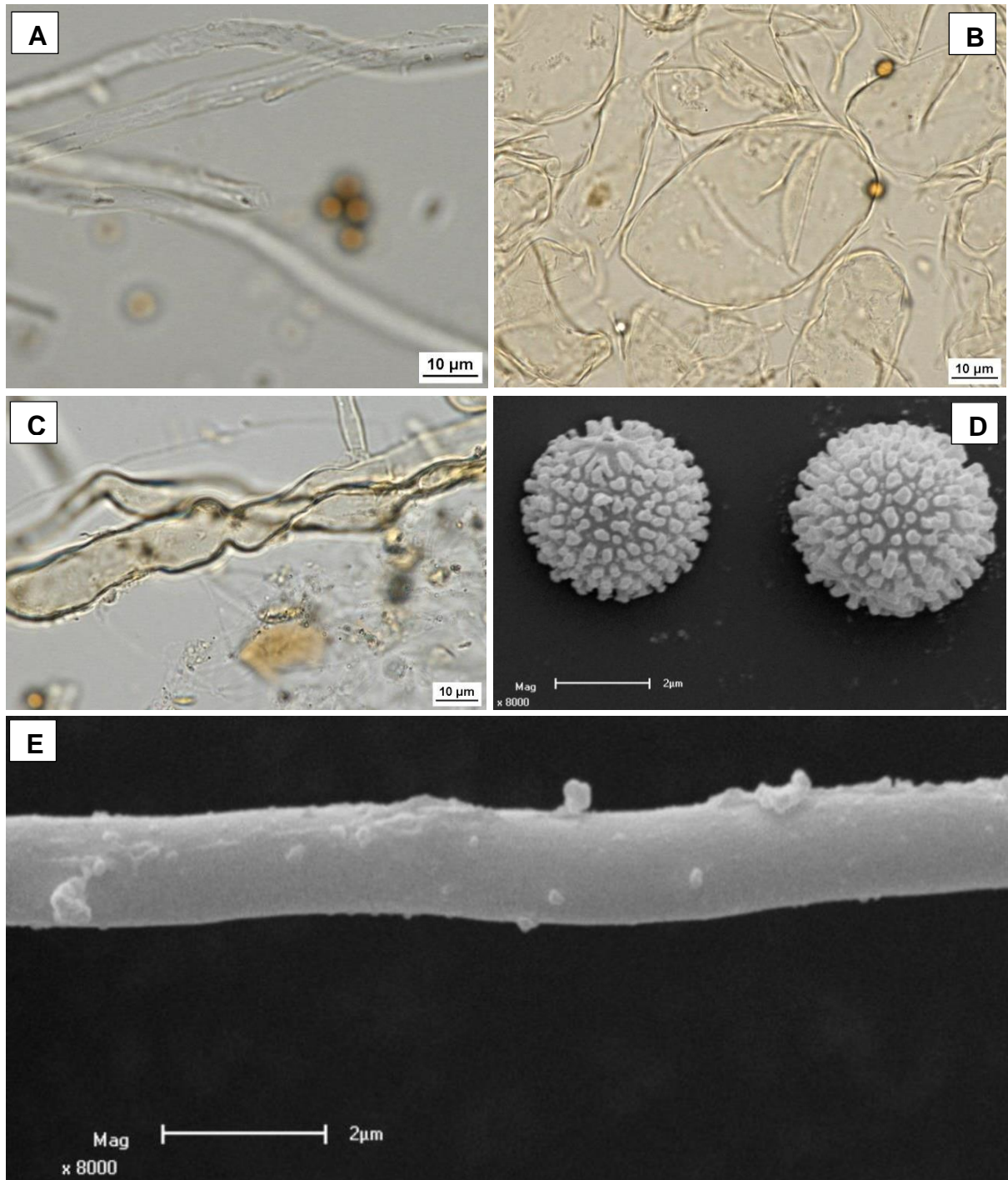


Figura 21 – Microestruturas de *Geastrum aculeatum*. A: Hifas da fibrosa. B: Hifas da carnosa. C: Hifas da micelial. D: Basidiósporos. D: Capilício.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Quanto a *Geastrum echinulatum*, se distâcia porque este cresce sobre um subículo, ornamentações da micelial não formam acúleos, mas tufos gregários e basidiósporos menores 3,8-5 µm diâmetro (SILVA, et al., 2013). *Geastrum javanicum* diferencia-se por apresentar camada micelial glabra, coriácea e se desprender do basidioma na maturidade (SUNHEDE, 1989) e cresce sobre um subículo (LIU, 1984). Com relação a *Geastrum albonigrum*,

apresenta camada micelial semelhante, porém apresenta superfície ornamentada com processos espinhosos que se desgastam na maturidade (CALONGE; MATA, 2004) diferente de *G. aculeatum*, em que a micelial é persistente e a ornamentação forma tufos (SILVA et. al., 2013). *Geastrum arenarium* difere pelo seu pequeno basidioma jovem hipógeo e pequeno, delimitado, micelial incrustada com solo, além dos basidiósporos menores, 3,5-5 µm diâmetro (BOTOMLEY, 1948). As características descritas nesse trabalho apresentam alto grau de semelhança morfológica com a espécie descrita por Silva et al. (2013), porém com uma leve diferenciação quanto ao tamanho dos esporos, levemente menores, e coloração mais claras e medidas das hifas do exoperídio. Porém, se justifica pelo fato deste ser o segundo registro da espécie para ciência e isso acontece devido as variações morfológicas que as espécies apresentaram. A variabilidade morfológica pode ser explicada pela diferença entre as localidades de ocorrência dos espécimes, sendo que o primeiro registro foi feito para caatinga e este novo registro é para um ambiente de cerrado com características morfoclimáticas diferentes.

5.2.6 *Geastrum entomophilum* Fazolino, Calonge & Baseia, *Mycotaxon* 104: 450 (2008).

Descrição: Basidioma imaturo parcialmente hipógeo, subglobosos, medindo 11-26 mm de diâmetro x 12-22 mm de altura, coloração branco amarelado (1A2) a cinza amarelado (4B2), superfície cotonosa, incrustado com solo e folhiço, rizomorfias ausentes. Basidioma expandido pseudofornicado (Fig. 22A e 22B) e medindo 30-71 mm de diâmetro x 20-42 mm de altura. Exoperídio formando de 5-7 raios saculiformes, não higroscópicos e não apresentando colar proeminente ao redor do endoperídio. Camada micelial presente, cotonosa, coloração branco amarelado (1A2) a cinza amarelado (4B2), incrustada e delgada. Camada fibrosa coriácea, coloração cinza amarelada (3C2) e medindo 3-4 mm de espessura quando fresca. Camada pseudoparenquimatosa indistinguível da fibrosa quando fresca. Endoperídio subgloboso, medindo 16-24 mm de diâmetro x 12-18 mm de altura, superfície com tufos de hifas formando protuberâncias, enegrecido por deposição de esporos, porém é cinza acastanhado (4E2) a oliva (3E3), sésil e apófise ausente. Peristômio fibriloso, mamiforme para aplanado, medindo até 2 mm de altura, concolor endoperídio e não delimitado. Gleba pulverulenta e castanha escura (7F4).

Basidiósporos castanho, globoso a subgloboso, medindo 4,8-6,9 µm de diâmetro x 4,7-6,3 µm de altura. Em MEV apresenta-se densamente ornamentado com processos colunares (Fig.

23D). Capilícios castanho, medindo 3,8-6,3 μm de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustado, não ramificado e paredes retas medindo $0,45 \pm 0,09 \mu\text{m}$ de espessura. Em MEV apresenta superfície rugosa e ornamentações mal definidas (Fig. 23E). Camada micelial com hifas hialinas a amarelas (Fig. 23A), medindo 1,3-2,9 μm de diâmetro, lúmen presente, glabra, não ramificadas e paredes retas medindo $0,31 \pm 0,09 \mu\text{m}$ de espessura. Camada fibrosa com hifas hialinas a amarelas (Fig. 23B), medindo (3,4)4,3-6,1(6,7) μm de diâmetro, lúmen presente, glabra, não ramificadas e paredes medindo $0,46 \pm 0,06 \mu\text{m}$ de espessura. Camada pseudoparenquimatosa com hifas hialinas a amarelas (Fig. 23C), medindo 23,9-69,2(75,1) μm de diâmetro x 16,8-28,9(48,3) μm de altura, subglobosas a ovaladas e paredes sinuosas medindo $1,17 \pm 0,13 \mu\text{m}$ de espessura. Endoperídio, em MEV, apresentando-se ornamentado com hifas protuberantes com aspecto vermiformes (Fig. 23F).



Figura 22 – Basidiomas de *Geastrum entomophilum*. A e B: Basidiomas expandido com endoperídio enegrecido por deposição de esporos.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Substrato: Crescendo sobre solo.

Hábito: Crescendo sobre solo com grande quantidade de folhiço e por baixo destas.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'58,0" S e 39°30'09,1" O), 05/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 24; UFRN - 2261); (0714'59,1" S e 39°30'02,3" O), 01/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 25).

Distribuição da espécie no mundo: Brasil (FAZOLINO; CALONGE; BASEIA, 2008; TRIERVEILER-PEREIRA; BASEIA, 2010a)

Distribuição da espécie no Brasil: Pernambuco (TRIERVEILER-PEREIRA; BASEIA, 2010) e Rio Grande do Norte (FAZOLINO; CALONGE; BASEIA, 2008)

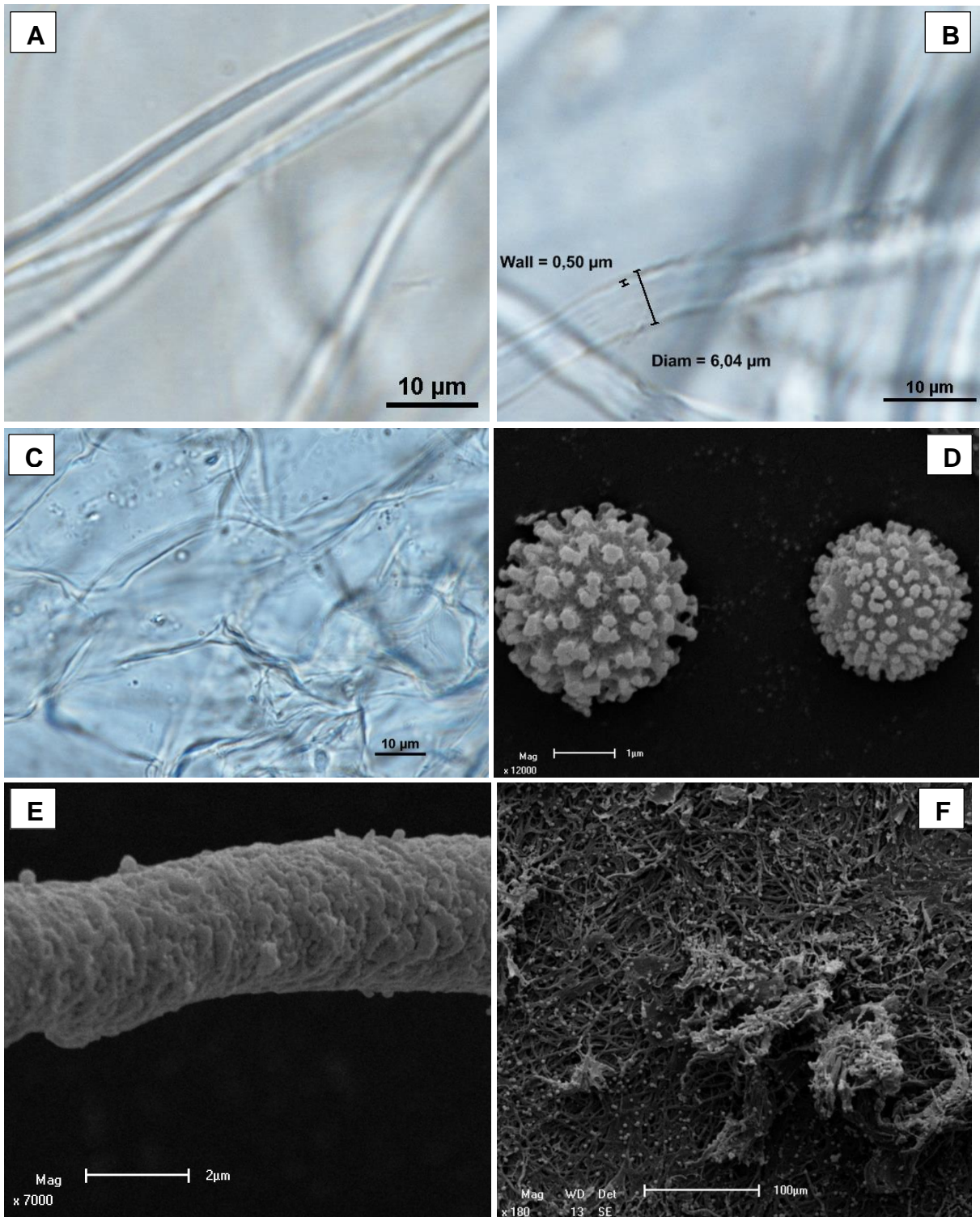


Figura 23 – Microestruturas de *Geastrum entomophilum*. A: Hifas da camada micelial. B: Hifas da camada fibrosa. C: Hifas da camada pseudoparenquimatosa. D: Basidiósporos. E: Capilício. F: Superfície endoperidial mostrando superfície ornamentada com tufo de hifas vermiformes.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Discussão: *Geastrum entomophilum* se distingue de outras espécies por seu endoperídio séssil, globoso, superfície com protuberância vermiformes, enegrecido por deposição de

basidiósporos e peristômio fibriloso, não delimitado e concolor endoperídio (FAZOLINO; CALONGE; BASEIA, 2008). Essa caracterização aproxima-se morfológicamente de *Geastrum rufescens*. No entanto, *Geastrum rufescens* apresenta superfície endoperidial glabra, endoperídio claro e sem deposição de massa de esporos em sua superfície (SUNHEDE, 1989), além de apresentar pseudoparenquimatosa rimosa, apresentando rachaduras que formam placas que se desprendem (CALONGE, 1998).

5.2.7 *Geastrum javanicum* Lév. [como 'Geaster'], *Annls. Sci. Nat., Bot.*, sér. 3(5): 161 (1846)

Sinonímia (INDEX FUNGORUM, 2014):

- = *G. javanicum* var. *javanicum* Lév., *Annls. Sci. Nat., Bot.*, sér. 3(5): 161 (1846);
- = *G. welwitschii* Mont. [como 'Geaster'], *Syll. gen. sp. crypt.* (Paris): 286 (1856);
- = *G. javanicum* var. *welwitschii* (Mont.) P. Ponce de León, (1968).

Descrição: Foram coletados vários basidiomas imaturos em diferentes estágios de desenvolvimento. Basidioma imaturo epígeos (Fig. 24B), globosos para subglobosos, ápice levemente umbonado, medindo 10-28 mm de diâmetro x 11-24 mm de altura, coloração castanho (5E4) para castanho escuro (6F1), com superfície coriácea, sem incrustações e ausência de rizomorfias. Basidioma expandido sacado (Fig. 24A), medindo 26-42 mm de diâmetro x 12-32 mm de altura incluindo o peristômio. Exoperídio formando 4-7 raios revolutos, não higroscópicos e não apresenta colar proeminente. Camada micelial presente, coriácea, castanho claro (6D4) a castanho escuro (6F1) ou castanho acinzentado (2F3), sem incrustações, desprendendo-se do basidioma com parte interna glabra e externa áspera. Camada fibrosa papirácea, laranja acastanhada (6C3) a castanho avermelhado (8F7) com 2 mm de espessura. Camada pseudoparenquimatosa pouco indistinguível da fibrosa, quando fresco, com coloração castanho claro (5D5) a castanho (7F7) ou raramente cinza (3C1). Endoperídio globoso para subgloboso, medindo 10-23 mm de diâmetro x 9-18 mm de altura, glabro, castanho escuro (7F4) a castanho acinzentado (6F3) ou cinza acastanhado (7E2), séssil e ausência de apófise. Peristômio fibriloso, levemente mamiforme (1mm de altura) a aplanado, castanho (7F7) a castanho escuro (7F4) e não delimitado. Gleba pulverulenta e coloração castanho escuro (7F6).



Figura 24 - Basidiomas de *Geastrum javanicum*. A: basidioma expandido. B: basidioma imaturo.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanho claro, globosos a subglobosos, medindo $(4,1)4,5-5,9(6,2)$ μm de diâmetro x $4,2-5,6$ μm de altura [$\bar{x} = 5,2 \pm 0,3$ x $4,8 \pm 0,3$ μm , $Q_m=1,10$, $n=30$]. Ao MEV visualizam-se ornamentações colunares cilíndricas (Fig. 25F). Capilícios castanhos claro, medindo $(3,6)4,7-6,4(7,1)$ μm de diâmetro, lúmen presente, incrustações presentes, ramificados (Fig. 18A), com paredes retas e medindo $0,6 \pm 0,2$ μm de espessura. Em MEV, apresenta ornamentações verrucosas (Fig. 25G). Camada micelial com células amarelas clara a hialinas, apresentando hifas diferenciadas entre as que compõem a superfície interna (Fig. 25B) e a externa (Fig. 25A). Hifas da superfície externa medindo $(4,4)5,5-7,9(8,7)$ μm de diâmetro, com extremidade inflada medindo $(11,7)12,5-21,3(27,9)$ μm de diâmetro e nas duas porções suas paredes retas medindo $1,6 \pm 0,3$ μm de espessura, lúmen presente, com incrustações e não ramificadas. Hifas da superfície interna são hialinas, medindo $2,9-4,2$ μm de diâmetro, lúmen presente, sem incrustações, ramificadas e com paredes medindo $0,6 \pm 0,1$ μm de espessura. Camada fibrosa hialinas (Fig. 25C), medindo $(4,5)5,2-8,7$ μm de diâmetro, lúmen presente, sem incrustações, ramificações ausentes e paredes medindo $2,2 \pm 0,6$ μm de espessura. Camada pseudoparenquimatosa apresenta hifas amarelas clara, medindo $12,1-26,8$ μm de diâmetro x $(19,7)22,1-31,9(37,9)$ μm de altura, subglobosas, piriformes ou ovaladas (Fig. 25D), com paredes retas e medindo $1,9 \pm 0,4$ μm de espessura.

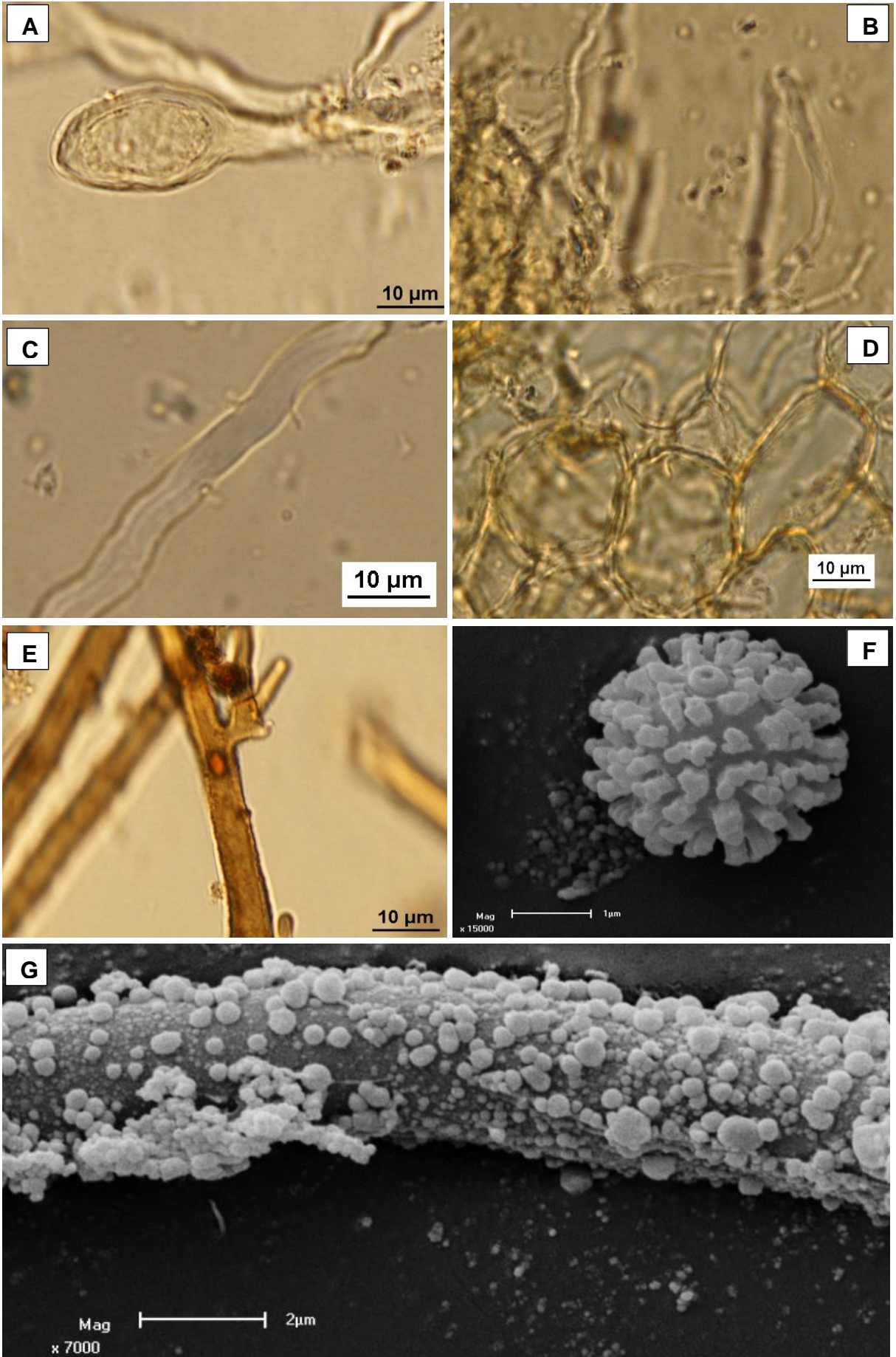


Figura 25 – Microestruturas de *Geastrum javanicum*. A: Hifas da camada micelial externa com extremidade inflada. B: Hifas da camada micelial interna. C: Hifa da camada fibrosa. D: Hifas da camada carnosas. E: Capilício ramificado ao MO. F: Basidiósporo. G: Capilício ao MEV. FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Substrato: Crescendo sobre solo com resto de folhiço em degradação.

Hábito: Basidiomas crescendo sobre solo com folhiço em decomposição, solitário, raramente gregário, sobre um subículo esbranquiçado. Ocorrendo em locais total ou parcialmente sombreados.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'39,0"S e 39°29'43,2" O), 03/VII/2013, FERREIRA, R.J. (UFRN-Fungos 2259); (07°14'43,9"S e 39°29'36,1" O), 07/III/2014, FERREIRA, R.J., (URCA Fungos – 09); (07°13'18,4"S e 39°30'36,1" O) 17/III/2014, FERREIRA, R.J., (URCA Fungos – 10).

Distribuição da espécie no mundo: América do Sul (RICK, 1961); Austrália, Índia, África (PONCE DE LEON, 1968); África do Sul, Angola, Estados Unidos da América, Gana, Nigéria, Quênia, Samoa, Quênia, Uganda (KREISEL, 2001); Costa Rica (CALONGE; MATA; CARRANZA, 2005); Estados Unidos da América (LLOYD, 1905/1908); Havaí (HEMMES; DESJARDIN, 2011; SMITH; PONCE DE LEON, 1982); Indonésia, China (LIU, 1984).

Distribuição da espécie no Brasil: Ceará (SOUSA et al., 2014c); Paraíba (SOUSA et al., 2014c; TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011); Pará (LEITE et al., 2011), Pernambuco, Rio de Janeiro e Minas Gerais como *G. velutinum* Morgan (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011) e; Rio Grande do Norte (SOUSA et al., 2014c).

Discussão: *Geastrum javanicum* é caracterizada pela camada micelial efêmera, basidioma sacado, peristômio fibriloso e não delimitado (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011), crescendo sobre um subículo e de comum ocorrência em áreas tropicais e subtropicais (ZAMORA et al., 2013a). Portanto, se assemelha com *G. argentinum*, *G. saccatum*, *G. fimbriatum* e *G. schweinitzii*. É muito difícil separar *G. argentinum* de *G. javanicum* pela semelhança morfológica, diferenciando apenas pelo fato de ter peristômio não delimitado, camada micelial não se desprende totalmente do basidioma como ocorre em *G. javanicum* e ornamentação dos esporos (ZAMORA et al. 2013a). Quanto a *Geastrum saccatum*, diferencia-se pelo hábito epígeo do basidioma jovem e capilícios ramificados (PONCE DE LEON, 1968), além da forma do basidioma imaturo (CALONGE, 1998). Já *Geastrum fimbriatum* possui uma coloração esbranquiçada ou cores claras (SUNHEDE, 1989), enquanto que, *G. javanicum* tende a assumir cores avermelhadas e é caracterizado

principalmente pela ausência da camada micelial que permanece presa ao substrato no momento em que é removido de seu habitat. *Geastrum fimbriatum* ainda possui basidioma hipógeo (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995) e camada micelial incrustada com folhas e solo (CALONGE, 1998). Em relação à *Geastrum schweinitzii* assemelha-se por crescer sobre um subículo, peristômio fibriloso delimitado, mas se distingue pelo pequeno basidioma (5-12 mm), hirsuto e com micelial persistente (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011). Ponce de León (1968) apontou como sinonímia *G. velutinum*, uma espécie de comum ocorrência no Brasil. No entanto, nem todos reconheceram essa sinonimização (LEITE et al., 2011). O primeiro registro de *Geastrum javanicum* para o Ceará foi para Tianguá (SOUSA et al., 2014c). Este é o segundo registro para o Ceará e o primeiro para FLONA ARARIPE.

5.2.8 *Geastrum lloydianum* Rick [como 'Geaster'], *Brotéria*, sér. bot. 5: 27 (1906)

Sinonímia (INDEX FUNGORUM, 2014):

= *Geastrum saccatum* var. *lloydianum* (Rick) Rick (1961).

Descrição: Basidioma imaturo hipógeo, globosos para subglobosos, ápice levemente umbonado, medindo 11-20 mm de diâmetro x 11-19 mm de altura, laranja claro (5A4) para amarelo acinzentado (4C3), cotonoso, folhiço e solo incrustados (Fig. 26B) e rizomorfias presentes. Basidioma expandido arqueado (Fig. 26A), medindo 16-48 mm de diâmetro x 14-35 mm de altura. Exoperídio formando 5 a 9 raios arqueados e não higroscópicos. Camada micelial cotonosa persistente, branca (6A1) para cinza amarelado (4C3) e com incrustações de folhiço e espessa. Camada fibrosa papirácea e cinza (6C1), cinza pastel (1C1), cinza amarelado (2C2) ou castanho claro (5D5). Camada pseudoparenquimatosa com coloração indiferenciável da fibrosa quando fresco e persistente. Endoperídio subgloboso, medindo 9-18 mm de diâmetro x 7-16 mm de altura, áspero, cinza acastanhado (8E2) a castanho oliva (4F8) sésil e apófise não bem evidenciada. Peristômio sulcado com 17-24 sulcos, cônico, 2-4 mm de altura, castanho acinzentado (9F3) a cinza escuro (1F1), bem delimitado por uma linha castanha escura (1F1). Gleba pulverulenta e castanha escura (6F8).



Figura 26 – Basidiomas de *Geastrum lloydianum*. A: Forma expandida. B: Forma imatura.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanhos, subglobosos, medindo $4,4-5,2(5,6)$ μm de diâmetro x $3,8-4,9$ μm de altura [$\bar{x} = 4,8 \pm 0,2$ x $4,5 \pm 0,2$, $Q_m = 1,07$, $n = 30$] e com ornamentação visível ao microscópio óptico. Em MEV a ornamentação se apresenta sob a forma de verrugas (Fig. 27E), bem definidas, baixas e bastante distanciadas. Capilícios castanho, medindo $3,2-6,7$ μm de diâmetro, lúmen presente, não ramificados, paredes retas e medindo $1,14 \pm 0,11$ μm de espessura. Em MEV, apresenta-se com superfície levemente ornamentada com verrugas pequenas e presença de incrustações (Fig. 27F). Camada micelial hialinas para castanho claro, medindo $(2,9)3,3-5,0(6,8)$ μm de diâmetro, lúmen presente, sem incrustações, ramificadas (Fig. 27B) e paredes sinuosas medindo $0,98 \pm 0,23$ μm de espessura. Camada fibrosa apresentando hifas hialinas, medindo de $3,9-6,1$ μm de diâmetro, lúmen estreito, com incrustações, ramificações (Fig. 27D) e paredes retas medindo $2,19 \pm 0,36$ μm de espessura. Camada pseudoparenquimatosa com hifas com hifas hialinas, medindo $13,4-32,9(42,0)$ μm de diâmetro x $20,8-53,1(57,6)$ μm de altura, variam de globosas para subglobosas (Fig. 27C) e com paredes medindo $1,81 \pm 0,18$ μm de espessura. Superfície endoperidial ao MEV apresentando-se glabra constituída por hifas entrelaçadas (Fig. 27A).

Substrato: solo com bastante húmus ou sobre folhiço em locais sombreados.

Hábito: crescendo solitário ou gregário.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, Floresta Nacional do Araripe – FLONA ARARIPE ($07^{\circ}14'51,0''\text{S}$ e $39^{\circ}29'44,5''\text{O}$), 01/V/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 05); ($07^{\circ}14'55,4''\text{S}$ e $39^{\circ}29'41,8''\text{O}$) , 04/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 06); ($07^{\circ}14'56,2''\text{S}$ e $39^{\circ}29'41,7''\text{O}$), 04/IV/2014, FERREIRA, R. J. (UFRN

Fungos – 2260); (07°15'01,0"S e 39°30'03,4"O) , 19/III/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 07); (07°14'56,2"S e 39°29'43,3"O), 04/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 08).

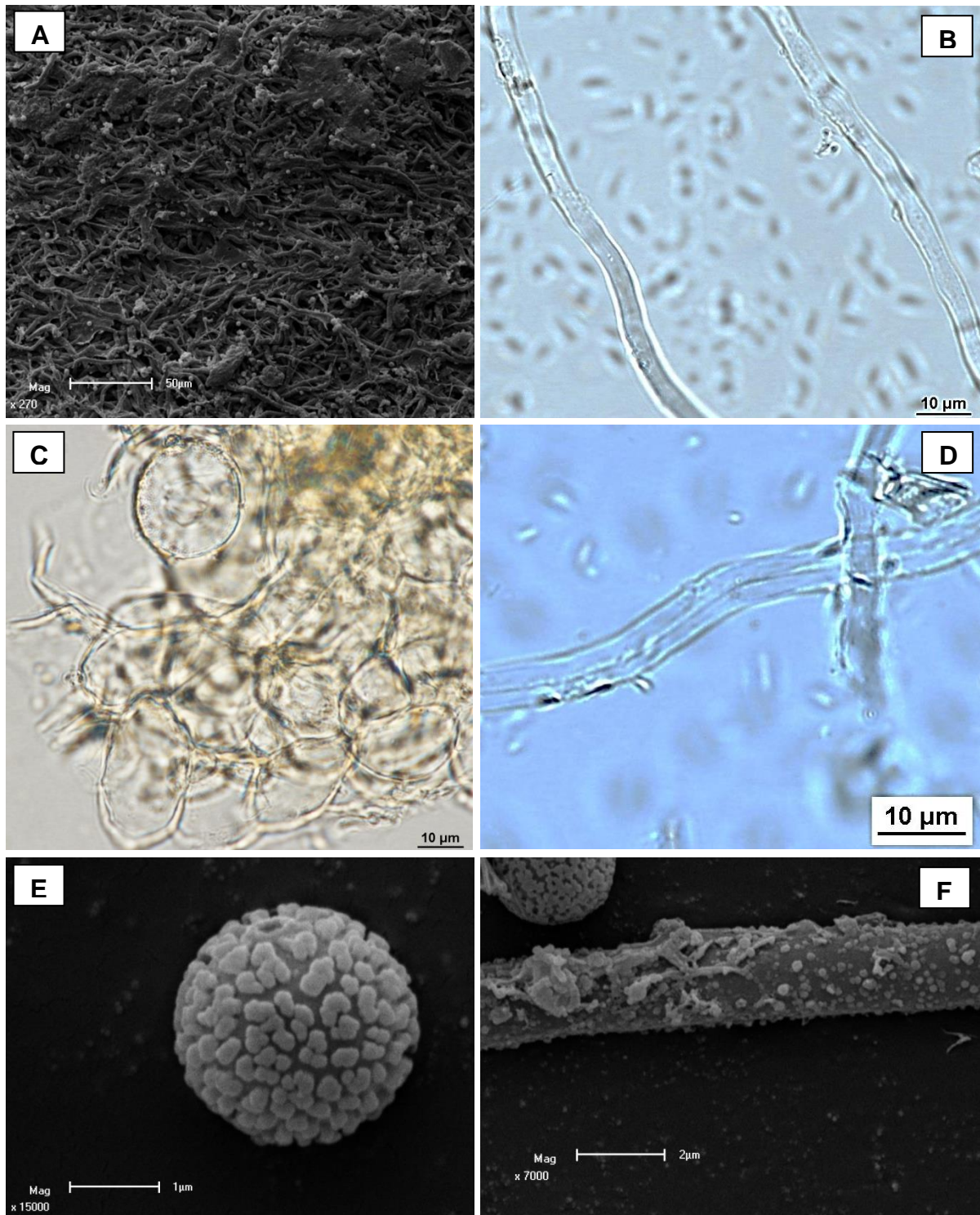


Figura 27 – Microestruturas de *Geastrum lloydianum*. A: Hifas do endoperídio. B: Hifa da camada micelial. C: hifas da camada fibrosa. D: Hifas da camada carnosa. E: Basidiósporos. F: Capilício.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Distribuição da espécie no mundo: Austrália, Congo (DISSING; LANGE, 1962; LIU, 1984); Argentina (KUHAR; CASTIGLIA; PAPINUTTI, 2012); Ceilão e Espanha (PONCE DE LEON, 1968); Costa Rica (CALONGE; MATA; CARRANZA, 2005; CALONGE; MATA, 2006); Estados Unidos da América, Canadá (LONG; STOUFFER, 1948; DISSING; LANGE, 1962; LIU, 1984; COKER; COUCH, 1928); Índia (DENNIS, 1953); Sri Lanka, Índia e Europa (LIU, 1984); México (CALONGE; MATA, 2004; ZURCHER, 1966); Porto Rico, Honduras, Suriname (COKER; COUCH, 1928) e; Venezuela (CALONGE; VERDE, 1996; DENNIS, 1970).

Distribuição da espécie no Brasil: Amazonas (CABRAL et al., 2014); Brasil (Lloyd, 1907); Ceará (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011; SOUSA et al., 2014); Pernambuco (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011; TRIERVEILER-PEREIRA; SILVEIRA, 2012), Paraná (TRIERVEILER-PEREIRA; SILVEIRA, 2012); Paraíba (SOUSA et al., 2014c); Rio Grande do Sul (RICK, 1961); Rio Grande do Norte (SOUSA et al., 2014c) e; Rio de Janeiro (LONG; STOUFFER, 1948).

Discussão: Antes de propor *Geastrum lloydianum* como uma nova espécie, Rick enviou seus comprovantes para Lloyd que observou que a figura de Rick na publicação original e disse que não correspondem à *G. lloydianum*, conforme imagem da espécime-tipo que apresentou. Não aceitando a identificação como *G. lloydianum* propôs o nome *Geastrum hariotii* Lloyd (como “*Geaster hariotii*”) com base em um tipo diferente. Rick também usou como *G. hariotii* em seus estudos posteriores e não mencionou mais o nome de *G. lloydianum* em sua sinopse micológica (TRIERVEILER-PEREIRA; SILVEIRA, 2012). Vários autores usaram este nome como Dissing e Lange (1962), Liu (1984), Coker e Couch (1928) e Cunningham (1944). PONCE DE LEON (1968) sinonimizou as duas espécies, opinião compartilhada por Kreisel (2001). Embora Trierveiler-Pereira e Silveira (2012) consideraram como duas espécies distintas, diferenciadas apenas pelo tamanho dos esporos e leve diferença na ornamentação, nós seguimos Ponce de Leon que realizou um estudo comparativo com os holótipos e considerou estas características insuficientes para se distinguir as duas espécies. *Geastrum lloydianum* é fundamentalmente caracterizada por exoperídio arqueado e não-higroscópico, endoperídio enegrecido, áspero a rústico, peristômio sulcado e cônico, proeminente ornamentação dos basidiósporos (TRIERVEILER-PEREIRA; SILVEIRA, 2012), camada micelial incrustada com folhíço e solo (KUHAR; CASTIGLIA; PAPINUTTI, 2012), basidioma imaturo hipógeo (CUNNINGHAM, 1944) e com protuberância apical (PEREZ, 2009). Assemelhando-se com *G. morganii*, *G. elegans*, *G. coronatum*, *G. pouzarii* e *G. setiferum*. As espécies descritas aqui apresentaram todas essas características citadas

acima, exceto o endoperídio enegrecido. No entanto, Kuhar, Castiglia e Papinutti (2012) sugerem que isto é uma característica altamente variável, concordando com Trierweiler-Pereira, Calonge e Baseia (2011) que publicaram uma variação de espécimes de *G. lloydianum* com endoperídio de coloração castanha amarelada. A morfologia de *G. elegans* é muito semelhante a *G. lloydianum*, no entanto, se diferencia por seu menor tamanho e esporos maiores, medindo até 6 µm (DISSING; LANGE, 1962). *Geastrum morganii* se diferencia por apresentar camada micelial incrustada e exoperídio normalmente saculiforme (SUNHEDE, 1989), endoperídio séssil, piriforme e peristômio com sulcos irregulares, além dos esporos serem menores 3-4 µm (CALONGE; MATA, 2006). Quanto a *Geastrum coronatum*, se diferencia por apresentar peristômio fimbriado (LEITE; CALONGE; BASEIA, 2007), apófise e pedicelo sempre presente (CALONGE; MATA; CARRANZA, 2005). Em relação a *Geastrum pouzarii* difere por ser higroscópicos e esporos maiores atingindo até 7 µm (SUNHEDE, 1989). *G. lloydianum* e *G. setiferum* se distinguem pelo fato da segunda espécie apresentar peristômio fibriloso, basidioma jovem epígeo e endoperídio setoso (BASEIA; MILANEZ, 2002). Trierweiler-Pereira; Calonge; Baseia (2011) descreveu para Fortaleza, portanto, este é o segundo registro para o Ceará, e o primeiro para FLONA ARARIPE.

5.2.9 *Geastrum minimum* Schwein., *Schr. naturf. Ges. Leipzig* 1: 58 (1822)

Sinonímia (INDEX FUNGORUM, 2014):

= *G. minimum* var. *minimum* Schwein., *Schr. naturf. Ges. Leipzig* 1: 58 (1822);

= *G. minimum* var. *fumosicollum* V.J. Staněk, : 435, 786 (1958).

Descrição: Não foram coletados basidiomas imaturos e as formas expandidas eram senescentes. Basidioma expandido arqueado e medindo 23-29 mm de diâmetro x 23-30 mm de altura incluindo o peristômio. Exoperídio formando de 7-12 raios arqueados (Fig. 28A) e não higroscópicos. Camada micelial não persistente, apenas resquícios, cotonosa, esbranquiçada (1A1), incrustada com grãos de areia, solo e folhas. Camada fibrosa papirácea, bege acinzentada (4C2) e espessa. Camada pseudoparenquimatosa não persistente, apenas resquícios, castanho avermelhado (8E8) e rígida. Endoperídio globoso para subgloboso, medindo 9-11 mm de diâmetro x 9-11 mm de altura, pruinoso, castanho amarelado (5E5), com pedicelo medindo 2-3 mm de altura e concolor do endoperídio, apófise proeminente e pruinosa (Fig. 28B). Peristômio fibriloso, cônico, medindo 1-2 mm de altura, laranja acastanhado (5E4), delimitado por uma linha de coloração laranja acastanhada (6C3). Gleba pulverulenta e castanha (5E4).



Figura 28 – Basidioma de *Geastrum minimum*. A: Basidioma na maturidade. B: Endoperídio com pruína farinácea.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanho, subglobosos, medindo 4,4-6,0 μm de diâmetro x 4,0-5,3 μm de altura [$\bar{x} = 5,1 \pm 0,3 \times 4,6 \pm 0,4 \mu\text{m}$, $Q_m = 1,11$, $n = 30$]. Ao MEV, ornamentação colunar irregular e com apículo proeminente (Fig. 29D). Capilícios castanho claro, medindo 3,3-5,5(7,4) μm , lúmen presente, sem ramificações, paredes retas e medindo $0,96 \pm 0,15 \mu\text{m}$ de espessura. Quando observados ao MEV apresenta-se glabro (Fig. 29E), com raras verrugas pequenas na superfície. Camada micelial cotonosa, mas não foi analisada em microscopia óptica, porque o material era escasso e bastante incrustado com solo e areia. Camada fibrosa com hifas castanha claro para hialinas, medindo 4,1-7,8 μm de diâmetro, lúmen presente, tortuosas (Fig. 29B), levemente incrustadas, não ramificadas, paredes retas e medindo $2,41 \pm 0,39 \mu\text{m}$ de espessura. Camada pseudoparenquimatosa com hifas castanha, medindo 3,7-8,2(13,9) μm de diâmetro x 5,5-14,2 μm de altura (Fig. 29C), globosas, alongadas ou ovaladas e com paredes medindo $1,17 \pm 0,28 \mu\text{m}$ de espessura. Camada pseudoparenquimatosa com presença de clamidósporos (Fig. 29A) pequenos. Endoperídio quando observado no MEV apresenta-se glabro, com presença de pruína farinácea medindo aproximadamente 45 μm de altura (Fig. 29F).

Substrato: Crescendo sobre solo humoso.

Hábito: Crescendo solitário ou gregário em local sombreado.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'54,0" S e 39°29'32,0" O), 17/II/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 12).

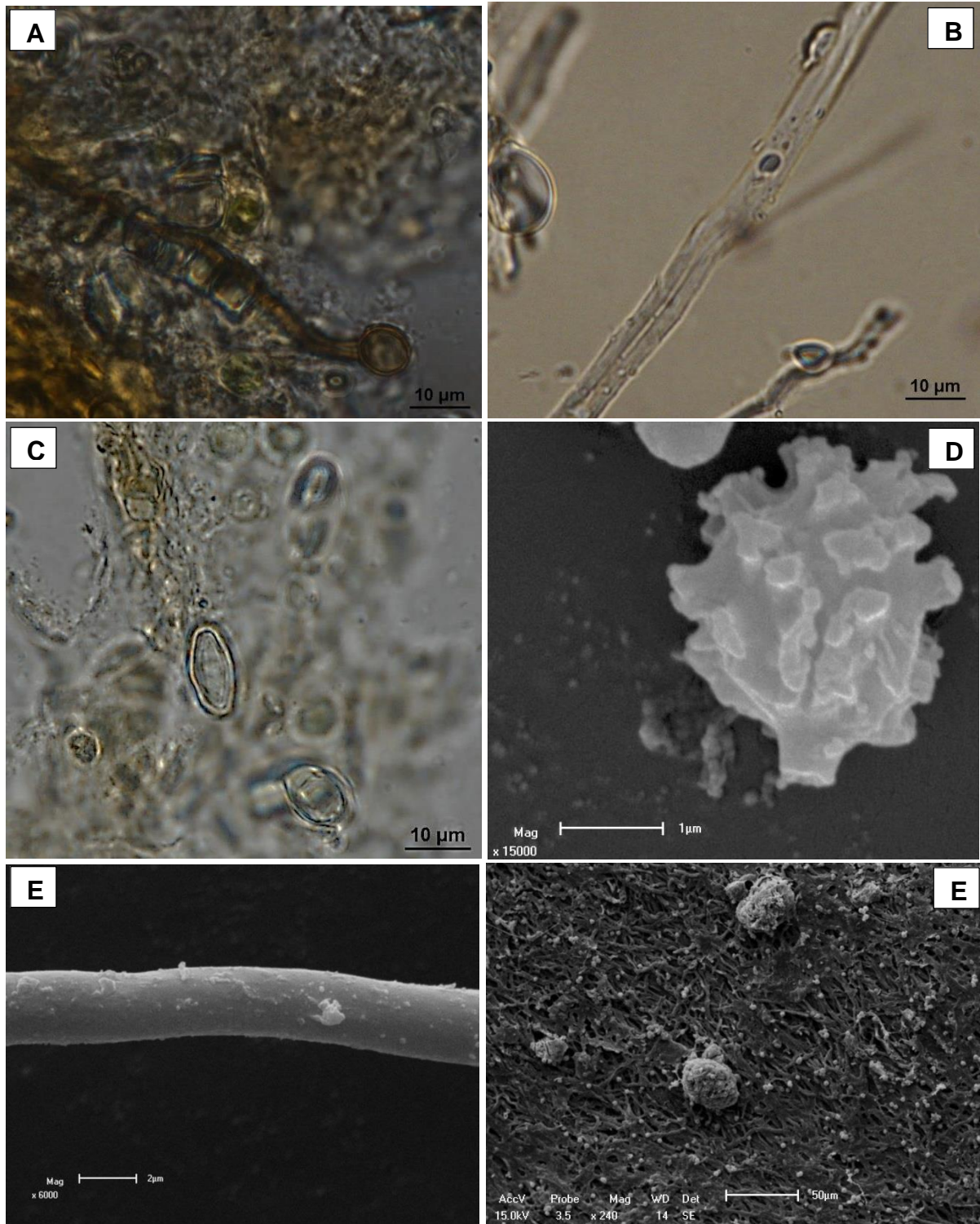


Figura 29 – Microestruturas de *Geastrum minimum*. A: Clamidósporos. B: Hifas da fibrosa. C: Hifas da carnosa. D: Basidiósporo com apículo proeminente. E: Capilício. F: Superfície endoperidial.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Distribuição da espécie no mundo: Argentina (SOTO; WRIGHT, 2000); Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos da América (JEPPSON; NILSSON; LARSSON, 2013); Chile (LAZO, 1972); Croácia (TKALČEC; MEŠIĆ; ANTONIĆ, 2005); Costa Rica (CALONGE;

MATA; CARRANZA, 2005); Espanha (CALONGE; DEMOULIN, 1975; CALONGE; GONZÁLEZ; PRIETO-GARCIA, 2006); Finlândia, Dinamarca, Suécia, Noruega, Estônia, Japão, China (KASUYA et al., 2009); Havaí (SMITH; PONCE DE LEON, 1982; HEMMES; DESJARDIN, 2011); Inglaterra (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995); Índia (BOTOMLEY, 1948); Lituânia (SUNHEDE, 1989); México (ESQUEDA-VALLE et al., 2000; ESQUEDA-VALLE et al., 2003; OCHOA; MORENO, 2006); Noruega (ECKBLAD, 1955); Polônia (WOJEWODA, 2000); Portugal (CALONGE, 1996); Sibéria (REBRIEV; GOBRUNOVA, 2007) e Turquia (TURKOGLU et al., 2007).

Distribuição da espécie no Brasil: Paraná (DE MEIJER, 2006), Rio Grande do Norte (SOUSA et al., 2014c) e Rio Grande do Sul (RICK, 1961).

Discussão: *Geastrum minimum* se caracteriza por seu basidioma expandido ser arqueado, micelial incrustada, endoperídio densamente pruinoso e pedicelado, peristômio fibriloso e delimitado (SOUSA et al., 2014c). Portanto, se assemelha a *Geastrum ovalisporum*, *G. coronatum*, *G. arenarium* e *G. quadrifidum*. *Geastrum minimum* e *G. ovalisporum* são morfológicamente muito semelhante, no entanto, diferencia-se pelos seus esporos pequenos (3-3,5 x 2,5-3 µm) e ovalados (CALONGE; MORENO-ARROYO; GÓMEZ, 2000). Quanto a *G. coronatum*, difere pelo basidioma de tamanho menor e cores mais claras (SOTO; WRIGHT, 2000) e ornamentação dos esporos, pois *G. minimum* têm ornamentação verrucosa e *G. coronatum* ornamentação colunar cilíndrica (CALONGE; DANIËLS, 1998). Em relação a *G. arenarium* se separa por ser higroscópico (BOTOMLEY, 1948), endoperídio sésil e esporos menores (2,5-3,7 µm de diâmetro) (KUHAR; CASTIGLIA; PAPINUTTI, 2012). *Geastrum quadrifidum* se distingue de *G. minimum* pelo número de raios (4-5), enquanto *G. minimum* tem de 6-10 (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995). Apesar das diferenças entre *Geastrum minimum*, *G. coronatum* e *G. quadrifidum* alguns autores, como Coker e Couch (1928), consideram como sinonímia, no entanto, vários outros autores (SOTO; WRIGHT, 2000; SUNHEDE, 1989; CALONGE, 1998; PONCE DE LEON, 1968) estabeleceram como espécies distintas. Este é o primeiro registro para o Ceará e também o primeiro para a FLONA ARARIPE e o segundo para o Nordeste.

5.2.10 *Geastrum rufescens* Pers. [como 'Geaster'], *Syn. meth. fung.* (Göttingen) 1: 134 (1801)

Sinonímia (INDEX FUNGORUM, 2014):

- = *G. readeri* Cooke & Masee [como 'Geaster'], *Grevillea* 16(Nº. 79): 73 (1888);
- = *G. rufescens* var. *readeri* (Cooke & Masee) Cleland & Cheel, *J. Proc. R. Soc. N.S.W.* 49: 228 (1915);
- = *G. rufescens* var. *rufescens* Pers., *Syn. meth. fung.* (Göttingen) 1: 134 (1801);
- = *G. schaefferi* Vittad. [como 'Geaster'], *Monogr. Lycoperd.*: 22 (1842);
- = *G. vulgatum* Vittad. [como 'Geaster'], *Monogr. Lycoperd.*: 20 (1842).

Descrição: Não foram coletados basidiomas imaturos. Basidioma expandido sacado e medindo 33-50 mm de diâmetro x 30-31 mm de altura. Exoperídio formando 6-7 raios involutos (Fig. 30B), não higroscópico e não forma colar proeminente ao redor do endoperídio. Camada micelial presente, cotonosa, laranja acinzentada (5B3), com incrustações de solo e folhiço e delgada. Camada fibrosa coriácea e medindo 3 mm de espessura quando fresca. Camada pseudoparenquimatosa pouco indistinguível da fibrosa, quando fresco, rimosa, apresentando-se com rachaduras formando placas (Fig. 30A), laranja acinzentada (5B3) e bastante espessa. Endoperídio subgloboso, medindo 12-20 mm de diâmetro x 10-12 mm de altura, glabro, castanho claro (6D4), séssil e apófise ausente. Peristômio fibriloso, aplanado, castanho escuro (6F4) e não delimitado. Gleba pulverulenta e coloração castanha acinzentada (6D3).



Figura 30 – Basidiomas de *Geastrum rufescens*. A: Basidioma na maturidade com camada carnosa formando placas. B: Basidioma na maturidade com rachaduras dando início a formação das placas a partir da carnosa.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanho, globosos a subglobosos, medindo 5,5-7,0 μm de diâmetro x 5,1-7,0 μm de altura [$\bar{x} = 6,3 \pm 0,4 \times 5,6 \pm 0,4 \mu\text{m}$, $Q_m = 1,11$, $n = 30$]. Ornamentações em MEV possuem um formato colunar cilíndrico unido com outros dois ou três processos colunares (Fig. 31D). Capilícios castanho claro, medindo (3,3)4,0-7,0(7,6) μm de diâmetro, lúmen presente, bastante incrustados ao MO, não ramificado, paredes retas e medindo $1,32 \pm 0,23 \mu\text{m}$ de espessura, no entanto, ao MEV com ornamentação verrucosa em toda superfície (Fig. 31E). Camada micelial com hifas hialinas, medindo 2,1-3,1 μm de diâmetro, lúmen presente, com incrustações (Fig. 31A), sem ramificações, paredes retas medindo $2,53 \pm 0,29 \mu\text{m}$ de espessura. Camada fibrosa com hifas hialinas, medindo (3,3)4,3-6,2 μm de diâmetro, lúmen estreito, levemente incrustadas (Fig. 31B), com ramificações e paredes retas medindo $2,36 \pm 0,36 \mu\text{m}$ de espessura. A camada pseudoparenquimatosa apresentando-se com hifas hialinas para amarelas claro, medindo 11,5-26,1(32,4) μm de diâmetro x 15,7-38,7(54,7) μm de altura, subglobosas (Fig. 31C) a alongadas ou piriformes, com paredes retas medindo $1,98 \pm 0,40 \mu\text{m}$ de espessura.

Substrato: Crescendo sobre o solo.

Hábito: Crescendo solitário em local sombreado na borda de uma área aberta.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'59,3" S e 39°30'04,1" O), 01/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 14; UFRN - 2265).

Distribuição da espécie no mundo: Austrália, Nova Zelândia (CUNNINGHAM, 1944); Argentina (SOTO; WRIGTH, 2000; KUCHAR; CASTIGLIA; PAPINUTTI, 2012); Bélgica (DEMOULIN, 1996); Congo (DISSING; LANGE, 1962); China, Irlanda, Dinamarca e África do Sul (LIU, 1984); Croácia (TKALČEC; MEŠIĆ; ANTONIĆ, 2005); Costa Rica (CALONGE; MATA; CARRANZA, 2005; CALONGE; GONZÁLEZ; PRIETO-GARCIA, 2006); Estados Unidos da América (COKER; COUCH, 1928; LONG; STOUFER, 1948; BATES, 2004); Espanha (CALONGE; DEMOULIN, 1975 como *G. vulgatum*); Finlândia e Suécia (SUNHEDE, 1989); Havaí (HEMMES; DESJARDIN, 2011); Inglaterra (PEGLER; LAESSE; SPOONER, 1995); Japão e México (PONCE DE LEON, 1968); Noruega (ECKBLAD, 1955); Península Ibérica (CALONGE, 1998); Polónia (WOJEWODA, 2000); Paquistão (RAZAQ; SHAHZAD, 2007 como *G. vulgatum*); Sibéria (RABRIEV; GORBUNOVA, 2007) e Turquia (SESLÍ; MORENO; ALTÉS, 2013).

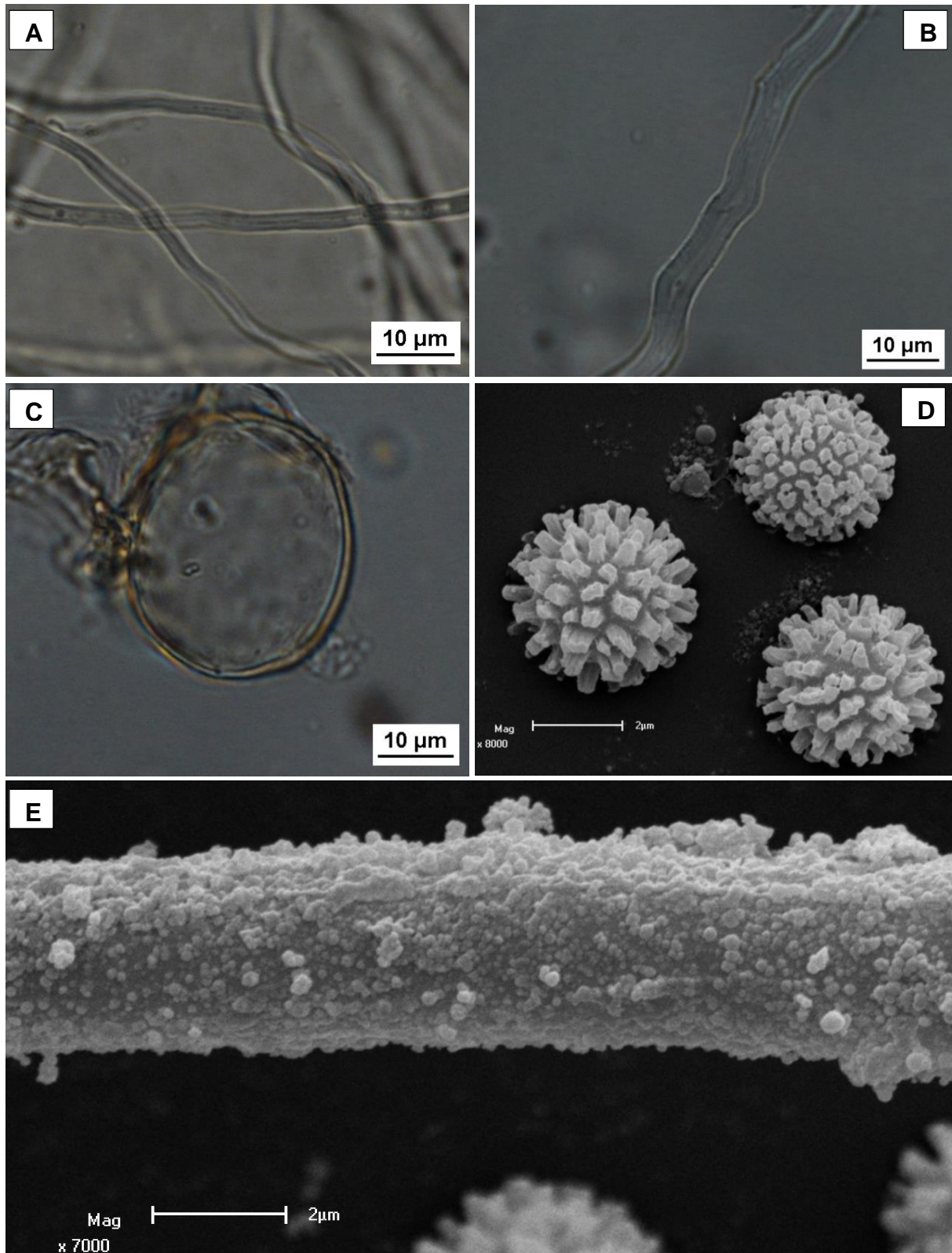


Figura 31- Microestruturas de *Geastrum rufescens*. A: Hifas da camada micelial. B: Hifa da camada fibrosa. C: Hifa da camada carnosa. D: Basidiósporos. E: Capilício.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Distribuição da espécie no Brasil: Rio Grande do Sul (RICK, 1961) e São Paulo (BONONI; TRUFEM; GRANDI, 1981).

Discussão: *Geastrum rufescens* se caracteriza por apresentar basidioma na maturidade com camada carnosa apresentando rachaduras e placas se desprendendo, peristômio fibriloso, não delimitado e não higroscópico (CALONGE, 1998), camada micelial com incrustações de detritos e endoperídio séssil (DISSING; LANGE, 1962). Com essa caracterização, aproxima-se de espécies como *Geastrum fimbriatum*, *G. coronatum*, *G. smardae* e *G. rusticum*. O espécime de *Geastrum fimbriatum* tem uma morfologia semelhante a *G. rufescens*, sendo inclusive, considerado como sinônimo (ECKBLAD, 1955; DISSING; LANGE, 1962), porém diversos autores consideram como distintas (CALONGE, 1998; SOTO; WRIGTH, 2000). De acordo com Sunhede (1989) *Geastrum fimbriatum* se diferencia por apresentar esporos pequenos (3-4 µm de diam.) e camada fibrosa papirácea, enquanto *G. rufescens* apresenta esporos maiores e fibrosa coriácea. Já *Geastrum coronatum* se parece em forma e tamanho com *G. rufescens* (CALONGE, 1998), porém se diferencia por apresentar um pedicelo e, às vezes, peristômio delimitado (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995) e também pela ornamentação dos esporos (SUNHEDE, 1989). *Geastrum smardae* apesar de sua aproximação com *G. rufescens*, difere por não apresentar micelial incrustada e apresenta endoperídio com curto pedicelo e apófise presente (JEPPSON; NILSSON; LARSSON, 2013). Destas características apenas um curto pedicelo pode ser encontrado em *G. rufescens* (LONG; STOUFER, 2008). *Geastrum rusticum* tem morfologia e dimensões semelhantes, porém se distingue pelo tamanho dos esporos, pois são menores (3,9-5,1) e não apresenta camada carnosa com rachaduras formando placas (CALONGE, 1998; CABRAL et al., 2014). Este é o primeiro registro para o Nordeste brasileiro.

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

Descrição: Basidioma imaturo parcialmente hipógeos, globosos a subglobosos (Fig. 32B), levemente umbonado, medindo 16 mm de diâmetro x 15 mm de altura, coloração branco (1A1) para branco amarelado (1A2), superfície feltrosa com incrustações de folhiço e ausência de rizomorfas. Basidioma expandido sacado e medindo 29 mm de diâmetro x 15 mm de altura. Exoperídio formando 6 raios involutos (Fig. 32A), não higroscópico e não forma colar proeminente ao redor do endoperídio. Camada micelial presente, feltrosa, branco amarelado (1A2), com incrustações de solo e folhiço e espessa. Camada fibrosa coriácea,

branca (1A1) e medindo 2 mm de espessura quando fresca. Camada pseudoparenquimatosa pouco distinguível da fibrosa quando fresco e coloração cinza amarelada (1C2). Endoperídio subgloboso, medindo 15 mm de diâmetro x 11 mm de altura, glabro, cinza médio (1E1), sésil e apófise ausente. Peristômio fibriloso, aplanado, menor que 1 mm de altura, castanho (6E1) e não delimitado. Gleba pulverulenta e coloração castanha (6E1).



Figura 32 – Basidioma de *Geastrum rusticum*. A: Basidioma na maturidade. B: Basidioma jovem.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanho, globosos para subglobosos (Fig. 33D), medindo 4,2-5,1 μm de diâmetro x 3,9-5,1 μm de altura [$\bar{x} = 4,7 \pm 0,3 \times 4,5 \pm 0,3 \mu\text{m}$, $Q_m = 1,04$, $n = 30$]. Capilícios castanho acinzentado, medindo 2,4-4,8(6,7) μm de diâmetro, lúmen presente, bastante incrustados (Fig. 33F) ao MO, sem ramificações (Fig. 33E), paredes reta e medindo $0,61 \pm 0,12 \mu\text{m}$ de espessura. Camada micelial com hifas hialinas (Fig. 33A), medindo 1,4-2,5(2,9) μm de diâmetro, lúmen presente, bastante incrustadas, pouco ramificadas, paredes retas e medindo $0,59 \pm 0,14 \mu\text{m}$ de espessura. Camada fibrosa com hifas hialinas (Fig. 33B), medindo (2,6)3,0-5,3 μm de diâmetro, lúmen presente, levemente incrustadas, sem ramificações, paredes retas e medindo $0,58 \pm 0,09 \mu\text{m}$ de espessura. A camada pseudoparenquimatosa com hifas hialinas, medindo 26,3-47,7 μm de diâmetro x (26,9)38,7-66,5(71,7) μm de altura, subglobosas a alongadas ou piriformes (Fig. 33C), com paredes retas e medindo $0,76 \pm 0,11 \mu\text{m}$ de espessura.

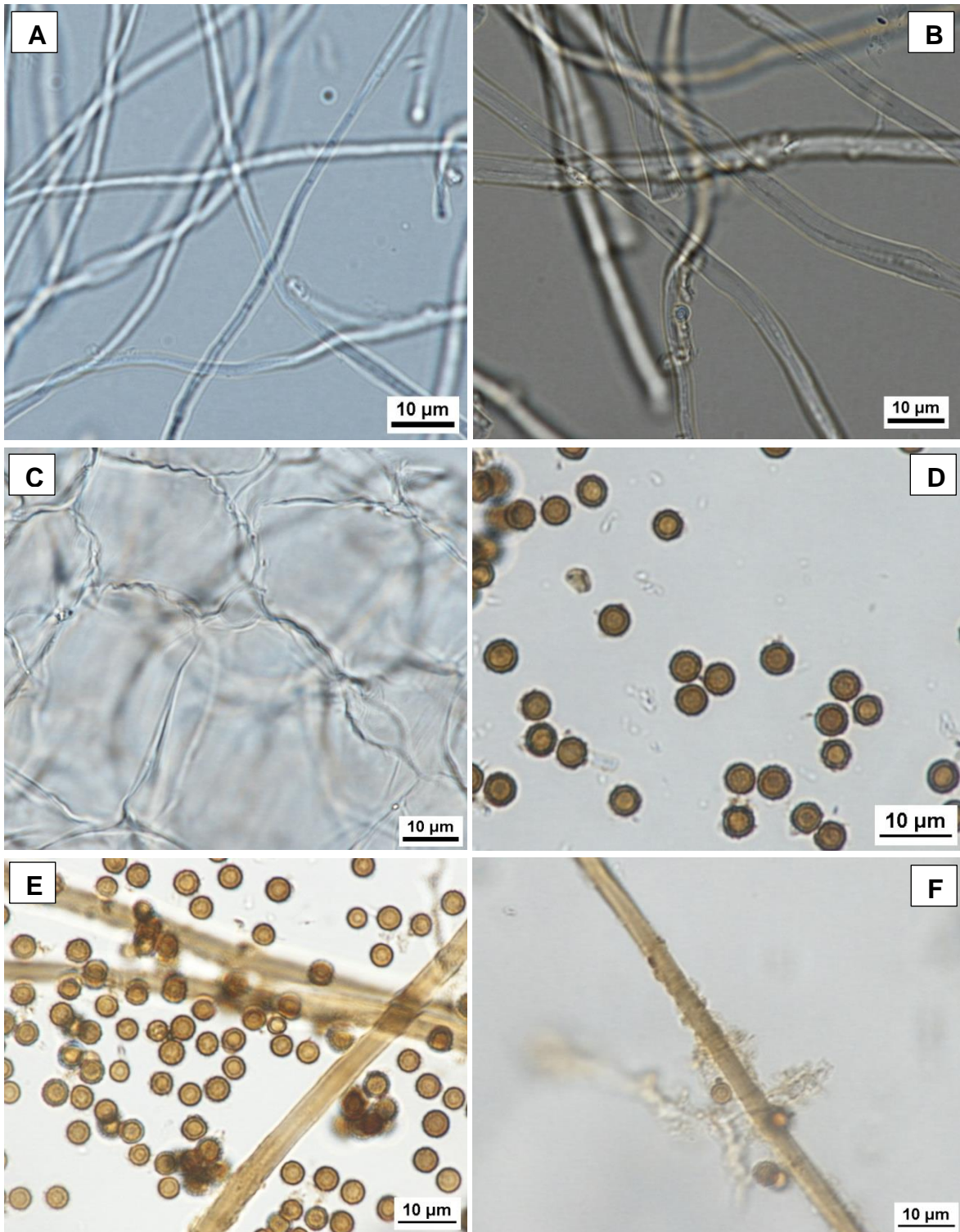


Figura 33 – Microestruturas de *Geastrum rusticum*. A: Hifas da camada micelial. B: Hifas da camada fibrosa. C: Hifas da camada carnosa. D: Basidiósporos. E e F: Capilícios com incrustações.

FONTE: arquivo pessoal, 2014.

Substrato: crescendo sobre o solo com folhas e resto de madeiras em decomposição.

Hábito: crescendo solitário em local sombreado.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'55,3" S e 39°29'41,2" O), 03/IV/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 13; UFRN - 2267).

Distribuição da espécie no mundo: Brasil (CABRAL et al., 2014).

Distribuição da espécie no Brasil: Rio Grande do Norte (CABRAL, 2014).

Discussão: *Geastrum rusticum* pode ser reconhecido pela aparência rústica dos basidiomas lignícolas, parcialmente imerso em substrato no início do desenvolvimento, a camada micelial é espessa e incrustada com fragmentos de madeira em decomposição (CABRAL, 2014). Com essa caracterização aproxima de outras espécies como *G. fimbriatum*, *G. rufescens* e *G. recolligens*. A espécie *Geastrum fimbriatum* se assemelha a *G. rusticum* pela morfologia, mas difere ornamentação dos esporos e superfície endoperidial (CABRAL, 2014) além de seu hábito, que no caso de *G. fimbriatum* ocorrem usualmente em solos calcários (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995) enquanto *Geastrum rusticum* é essencialmente lignícola. *Geastrum rufescens* têm uma morfologia e tamanho dos esporos semelhantes, no entanto, se diferencia por apresentar camada carnosa com rachaduras formando placas (CALONGE, 1998). Já em relação à *Geastrum recolligens* difere porque este tem peristômio delimitado e camada micelial (CABRAL et al., 2014). Esse é um segundo registro da espécie para o Ceará, pois Sousa et al. (2014) registrou para APA de Ibiapaba.

5.2.12 *Geastrum triplex* Jungh. [como '*Geaster*'], Tijdschr. Nat. Gesch. Physiol. 7: 287 (1840)

Sinonímia (INDEX FUNGORUM, 2014):

- = *G. michelianum* W.G. Sm. [como '*Geaster*'], *Gard. Chron.*, London: 608 (1873);
- = *G. triplex* f. *pedicellatum* V.J. Staněk, : 480, 793 (1958);
- = *G. triplex* f. *roseum* V.J. Staněk, : 480, 793 (1958);
- = *G. triplex* Jungh., *Tijdschr. Nat. Gesch. Physiol.* 7: 287 (1840) f. *triplex*
- = *G. tunicatum* var. *michelianum* (W.G. Sm.) Sacc. [como '*Geaster tunicatus* var. *michelianus*'], *Erb. critt. Ital.*, Ser. 1, fasc.: no. 879 (1862).

Descrição: Basidiomas imaturo parcialmente hipógeo (Fig. 34A), globoso a lageniforme, ápice pontiagudo, medindo 14 a 17 mm de diâmetro x 13 a 19 mm de altura, cinza esverdeado (26E2), superfície papirácea com sulcos longitudinais irregulares do ápice para base, sem presença de detritos de matéria orgânica ou solo e ausência de rizomorfas. Basidioma maduro (Fig. 34A e 34B) sacado, medindo entre 25 a 8 mm de diâmetro x 13 a 21 mm de altura incluindo o peristômio. Exoperídio formando 6 a 7 raios, revolutos, não higroscópicos e colar

marcadamente evidenciado nas formas mais senescentes. Camada micelial presente, papirácea, coloração cinza esverdeada (26E2) a cinza acastanhada (6D2), presença de incrustações de folhíço e muito delgada. Camada fibrosa branca amarelada (6A2), coriácea, delgada. Camada pseudoparenquimatosa rimosa, castanha (6E5), delgada formando um colar ao redor do endoperídio. Endoperídio globoso a subgloboso, medindo entre 15-19 mm de diâmetro x 12 a 16 mm de altura, glabro, castanho escuro (6E4), séssil, peristômio fribriloso, mamiforme, medindo 3 mm de altura, sendo na base cinza acastanhado (6D2) e na porção superior castanho escuro (6E4) delimitado por uma linha castanho escuro (6F5). Gleba pulverulenta e castanha escura (6F5).



Figura 34 – Basidioma de *Geastrum triplex*. A: Basidioma expandido (parte superior) com colar proeminente e basidioma imaturo com fissão radial do ápice (inferior). B: Basidioma na maturidade logo após fissão do exoperídio.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Basidiósporos castanhos em KOH a 5%, globosos a subglobosos, medindo 4,8-6,3(7,0) μm de diâmetro x 4,7-6,0 μm de altura [$\bar{x} = 5,5 \pm 0,3 \times 5,3 \pm 0,3$, $Q_m = 1,09$, $n = 30$]. Ao MEV apresentando ornamentação com processos colunares densos e, normalmente, aderidos a outros processos (Fig. 35F). Capilícios castanhos claro em KOH a 5%, medindo 3,4-6,2 μm de diâmetro, lúmen presente, incrustados, não ramificados, com paredes retas e medindo $1,51 \pm 0,22$ μm de espessura. Ao MEV apresenta-se com ornamentação verrucosa densa (Fig. 35E). Foram visualizados clamidósporos globosos, subglobosos e ovalados na camada micelial (Fig. 35D), medindo 54,4-75,5 μm de diâmetro x 77,0-64,1 μm de altura com parede espessa medindo $7,5 \pm 2,4$ μm . Camada micelial com hifas hialinas para castanho claro (Fig. 35A), medindo 4,6-8,8 μm de diâmetro, lúmen presente, sem ramificações, com grampo de

conexões, parede retas e medindo $1,6 \pm 0,5 \mu\text{m}$ de espessura. Camada fibrosa com hifas hialinas para castanha claro em KOH a 5% (Fig. 35B), medindo $4,6-7,4 \mu\text{m}$ de diâmetro, lúmen inconspícuo, levemente incrustadas, ramificadas e paredes medindo $2,6 \pm 0,6 \mu\text{m}$ de espessura. Camada pseudoparenquimatosa com hifas hialinas para castanha claro em KOH a 5% (Fig. 35C), medindo entre $18,8-73,0$ ($83,6$) μm de diâmetro x $26,0-141,6 \mu\text{m}$ de altura, globosas a subglobosas e parede medindo $3,3 \pm 1,1 \mu\text{m}$ de espessura.

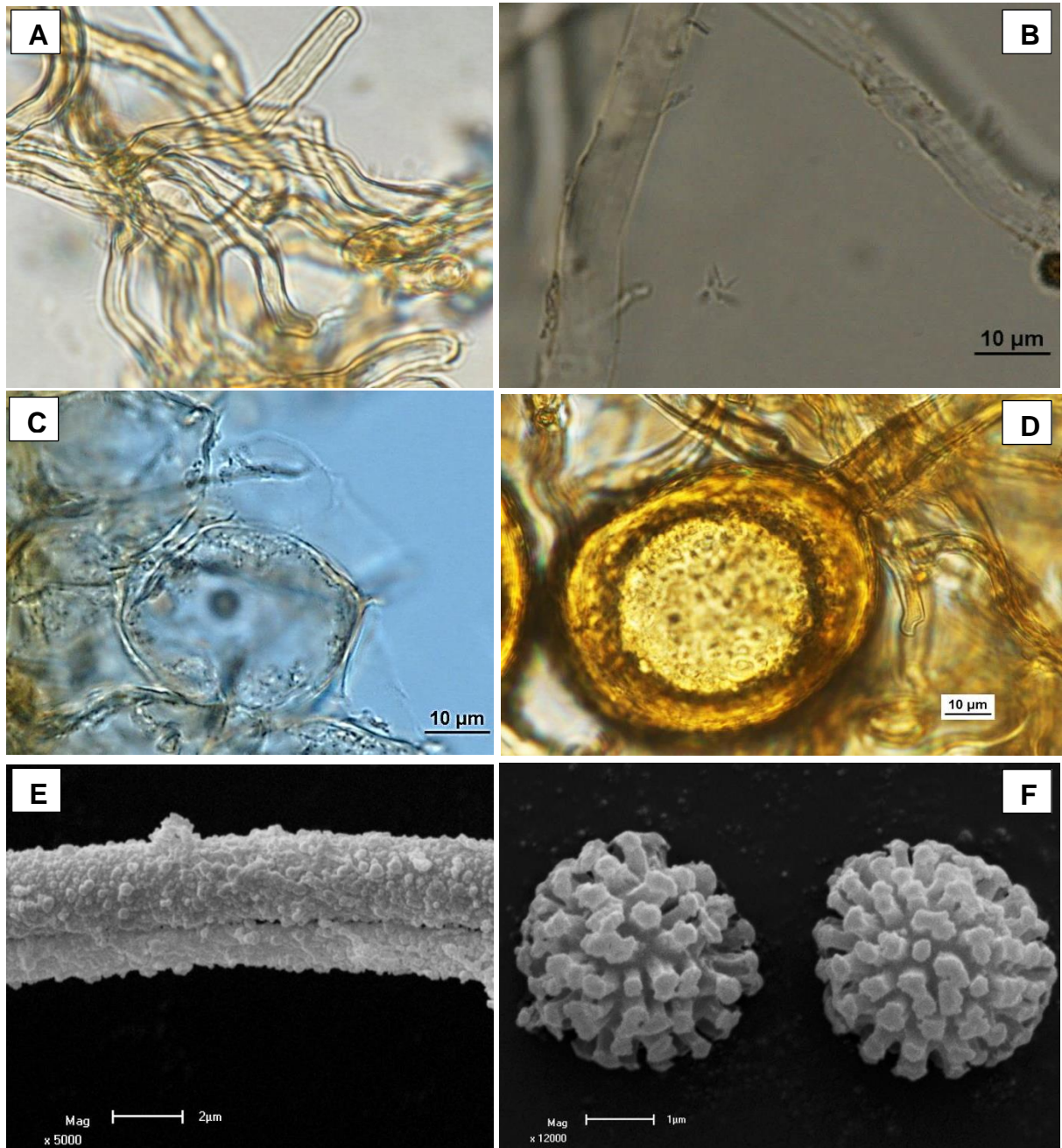


Figura 13 – Microestruturas de *Geastrum triplex*. A: Hifas da camada micelial. B: Hifas da camada carnosa. C: Hifas da camada fibrosa. D: Clamidósporos visualizados na camada micelial. E: Capilício. F: Basidiósporos.

FONTE: Arquivo pessoal, 2014.

Substrato: Solo arenoso com grande concentração de matéria orgânica em decomposição.

Hábito: Solitário e/ou gregário.

Material examinado: Brasil. Ceará: Município de Crato, FLONA ARARIPE (07°14'52,0" S e 39°29'26,1" O), 17/02/2014, FERREIRA, R. J. (URCA Fungos – 01; UFRN Fungos – 2257).

Distribuição da espécie no mundo: A espécie *Geastrum triplex* é cosmopolita (REID, 1977) e já se tem registros para: Argentina (SPEGAZZINI, 1927; LANTIERI; GARGANO; VENTURELLA, 2009); África do Sul (BOTTOMLEY, 1948); Bélgica (DEMOULIN, 1968); Congo (DISSING; LANGE, 1962); China (Liu, 1984); Costa Rica (CALONGE; MATA; CARRANZA, 2005); Camarões (KINGE et al., 2013); Estados Unidos e Canadá (LLOYD, 1902b; COKER; COUCH, 1928; LONG; STOUFFER, 1948; BATES, 2004); Europa (SUNHEDE, 1989; JEPSON; NILSSON; LARSSON, 2013); Espanha (CALONGE, 1998; CALONGE; GONZÁLES; PRIETO-GARCIA, 2006); França (MOYERSON; DEMOULIN, 1996); Hawaii (SMITH; PONCE DE LEÓN, 1982; HEMMES; DESJARDIN, 2011); Ilhas Canárias (ECKBLAD, 1975); Israel (BINYAMINI, 1973); Iran (KARIN et al., 2013); Libéria (MARTÍN; LLIMONA, 1994); México (ZURCHER, 1966; DUBOVOY; HERRERA; CALDERON, 1966; GUZMÁN-DÁVALOS; GUZMÁN, 1979; PARDAVÉ, 1991; ESQUEDA-VALLE et al., 2007; MORENO et al., 2010); Panamá (GARNER, 1956); Polónia (WOJEWODA, 2000); Paquistão (YUOSAF et al., 2014); Reino Unido (PALMER, 1955; DEMOULIUM; MARRIOTT, 1981); Trindade e Tobago (REID, 1977); Turquia (YAGIZ et al., 2006); Venezuela (DENNIS, 1970) e; Zaire, Burundi e Ruanda (DEMOULIN; DRING, 1975).

Distribuição da espécie no Brasil: Amazonas (CABRAL et al., 2014), Ceará (BASEIA; SILVA; CRUZ, 2014; SOUSA et al., 2014), Pernambuco (BASEIA; CALONGE, 2006; DRECHSLER-SANTOS et al., 2008; TRIERVEILER-PEREIRA et al., 2011), Paraná (DE MEIJER, 2006), Rio Grande do Norte (LEITE; BASEIA, 2007), Rio Grande do Sul (RICK, 1961), São Paulo (BASEIA; CAVALCANTE; MILANEZ, 2003) e Santa Catarina (SOBESTIANSKY, 2005)

Discussão: Esta espécie pode ser distinguida por seus raios revolutos, colar proeminente ao redor do endoperídio procedente da camada pseudoparenquimatosa, endoperídio sésil, peristômio fibriloso e delimitado (TRIERVEILER-PEREIRA; CALONGE; BASEIA, 2011), saliência pontiaguda no ápice do basidioma imaturo (LEITE; BASEIA, 2007) e exoperídio não higroscópico (LONG; STOUFFER, 1948). Assemelha-se com *G. fimbriatum*, *G.*

saccatum, *G. lageniforme*, *G. rufescens*, *G. melanocephalum* (Czern.) V.J. Staněk e *G. morganii* Loyd. *Geastrum fimbriatum* se diferencia por não formar um colar distinto e por apresentar peristômio não delimitado (MOYERSON; DEMOULIN, 1996), além de possuir a camada micelial bastante incrustada (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995). Por outro lado, alguns espécimes de *G. rufescens* podem formar colar na camada carnosa, mas o peristômio não é delimitado (SUNHEDE, 1989). Espécimes de *Geastrum melanocephalum* se diferenciam primordialmente por não apresentar endoperídio na maturidade (CALONGE, 1998), enquanto *G. morganii* se distingue pelo endoperídio piriforme, peristômio não delimitado e esporos pequenos medindo entre 3-4 µm de diâmetro (CALONGE; MATA, 2006) diferenciando-se dos esporos de *G. triplex* que são maiores, medindo 4,8-5,8 µm (DISSING; LANGE, 1962). Também podemos diferenciar *G. lageniforme* de *G. triplex* pelo tamanho dos esporos, que em *G. lageniforme* medem de 3,4-4,5 µm e os de *G. triplex* são maiores (PEGLER; LAESSOE; SPOONER, 1995), *G. lageniforme* não apresenta o colar (SUNHEDE, 1989). No entanto, apesar das diferenças entre *G. triplex* e *G. lageniforme*, Botomley (1948) considera-as como sinônimos, embora nós a consideramos como espécies distintas. Com relação a *G. saccatum*, é muito difícil diferenciá-las, pois os esporos são semelhantes em tamanho e forma, e os basidiomas imaturos são em alguns casos parecidos quanto à protuberância apical (SOTO; WRIGTH, 2000), diferenciando-se apenas porque *G. saccatum* não forma um colar e possui menor tamanho (CALONGE, 1998). Ponce de Leon (1968) registrou *G. indicum* (Klotzsch) Rauschert como *G. triplex* e numa longa discussão, Sunhede (1989) considera o epíteto um nome dúbio. Por outro lado, diversos outros autores, tais como Hemmes e Desjardin (2011) e Sunhede (1977/1989), consideram *G. triplex* como o nome correto. Este é o segundo registro para o Ceará e para FLONA ARARIPE, pois o primeiro foi de Baseia, Silva e Cruz (2014). Em nível de Ceará, Souza et al. (2014) registrou *G. triplex* para APA Serra de Ibiapaba.

6 CONCLUSÃO

Com base nos estudos realizados sobre o gênero *Geastrum* na FLONA ARARIPE, concluímos que:

- 1 – O gênero *Geastrum* esteve representado por 12 espécies;
- 2 – Foi registrada três novas espécies para ciência, *Geastrum* sp. nov. 1, *Geastrum* sp. nov. 2 e *Geastrum* sp. nov. 3;
- 3 – Primeiro registro para o semiárido: *G. rufescens*;
- 4 - Quatro novos registros de espécies de *Geastrum* para o Ceará: *G. minimum*, *G. aculeatum*, *G. entomophilum* e *G. rufescens*;
- 5 – O registro de *G. aculeatum* é o segundo para ciência;
- 6 – Três novos registros para FLONA ARARIPE: *G. lloydianum*, *G. rusticum* e *G. javanicum*;
- 7 – Estes novos registros contribuíram para a ampliação do conhecimento do gênero aumentando: de 45 para 48 no Brasil, de 27 para 31 no Nordeste, de 6 para 13 espécies no estado do Ceará, de 1 para 12 espécies na FLONA ARARIPE.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACCIOLY, L. J. D. O.; PACHÊCO, A.; COSTA, T. C. C.; LOPES, O. F.; OLIVEIRA, M. A. Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados do sensor TM/LANDSAT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 492-498, 2002.

ADHIKARI, M. K. Addition and correction to the knowledge on edibility of wild mushrooms in Nepal: a discussion. **Plant Resources**, v. 1, n. 36, 2014.

AINSWORTH, G. C.; SPARROW, F. K.; SUSSMAN, A. S. **The Fungi: An advanced treatise**. Vol. 4B. New York and London: Academic Press, 1973.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introducción a la micología**. New York: John Wiley, 1985.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. New York: John Wiley, 1996.

AVERNA-SACCA, R. Contribution to the study of the biology of anthracnose of Potato and especially of its ascigerous form. **Boletim Científico - Instituto Agrônômico**, v. 24, n.7-8, p. 272-282, 1923.

BARBOSA, M. M. B. **Fungos gasteróides em áreas de mata atlântica no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil**. Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 2011.

BASEIA, I. G. Estudo da família Geastraceae (Gasteromycetes) no Jardim Botânico de João Pessoa. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 1998.

BASEIA, I. G.; CALONGE, F. D. *Geastrum hirsutum*, a new earthstar with a hairy exoperidium. **Mycotaxon**, v. 95, n. 1, p. 301-304, 2006.

BASEIA, I. G.; CAVALCANTI, M. A.; MILANEZ, A. I. Additions to our knowledge of the genus *Geastrum* (Phallales: Geastraceae) in Brazil. **Mycotaxon**, v. 85, n. 1, p. 409-416, 2003.

BASEIA, I. G.; MILANEZ, A. I. *Geastrum setiferum* (Gasteromycetes): a new species with a setose endoperidium. **Mycotaxon**, v. 84, n. 1, p. 135-139, 2002.

BASEIA, I. G.; SILVA, B. D. B.; CRUZ, R. H. S. F. Fungos gasteroides no Semiárido do Nordeste brasileiro: Print Mídia Editora, Feira de Santana, 2014.

BATES, S.T. **Arizona members of the Geastraceae and Lycoperdaceae (Basidiomycota, Fungi)**. 2004. 467f. Master thesis - Arizona State University, Arizona.

BENYAMINI, Y. Separable G spaces are isomorphic to C (K) spaces. **Israel Journal of Mathematics**, v. 14, n. 3, p. 287-293, 1973.

BERKELEY, J. M.; COOKE, M. C. The fungi of Brazil, including those collected by J. W. H. Trail, Esq. M. A. 1874. In: **Journal of the Linnean Society of London, Botany**. v. 15, n. ?, p.363-398, 1976.

BLACKWELL, M. The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 Million Species?. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 3, p. 426-438, 2011.

BLACKWELL, W.H. Puffballs: Overlooked medicinals?. **Mushroom, the Journal**, p. 1-5, 2004.

BONONI, V. L. R.; GRANDI, R. A. P. Introdução. In: BONONI, V. L. R. (Org.) **Zigomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas**. Instituto de Botânica: São Paulo, 1998.

BONONI, V. L. R.; TRUFEM, S. F. B.; GRANDI, R. A. P. Fungos macroscópicos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, Sao Paulo, Brasil, depositados no herbario do Instituto de Botânica. **Rickia**, v. 9, p. 37-53, 1981.

BONONI, V. L.; GUZMÁN, G.; CAPELARI, M.; Basidiomicetos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. V: Gasteromicetos. **Rickia**, v. 11, n. 1, p. 91–97, 1984.

BOTTOMLEY, A. M. Gasteromycetes of South Africa. **Bothalia**, v. 4, n. 3, p. 473–810, 1948.

BURK, W. R. Puffball usages among North American indians. **Journal of Ethnobiology**, v. 3, n. 1, p. 55-62, 1983.

CABRAL, T. S. **Filogenia molecular de fungos gasteroides das ordens Phallales e Geastrales (Phallomycetidae)**. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

CABRAL, T. S.; SILVA, B. D. B.; ISHIKAWA, N. K.; DA SILVA ALFREDO, D.; NETO, R. B.; CLEMENT, C. R.; & BASEIA, I. G. A new species and new records of gasteroid fungi (Basidiomycota) from Central Amazonia, Brazil. **Phytotaxa**, v. 183, n. 4, p. 239-253, 2014b.

CABRAL, T. S.; SILVA, B. D. B.; MARINHO, P. BASEIA, I. G. *Geastrum rusticum* (Geastraceae, Basidiomycota), a new earthstar fungus in the Brazilian Atlantic rainforest – a molecular analysis. **Nova Hedwigia**, v. 98, n. 1 –2, p. 265–272, 2014a.

CALONGE, F. D. Gasteromycetes: Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. **Flora Micológica Ibérica**, v. 3, n. 1, p. 1-271, 1998.

CALONGE, F. D.; DANIËLS, P. P. Contribución al estudio de los hongos hipogeos de la Comunidad de Madrid. **Bol. Soco Micol. Madrid**, v. 25, 2000.

CALONGE, F. D.; DEMOULIN, V. Les Gastéromycètes d’Espagne. **Bulletin de la Société Mycologique de France**, v. 91, n. 2, p. 247-292, 1975.

CALONGE, F. D.; GONZÁLEZ, A.; PRIETO-GARCÍA, F. Aproximación al catálogo de gasteromycetes s.l. de Castilla-La Mancha. **Biological Society Micologic Madrid**, v. 30, n. 1, p. 99-110, 2006.

CALONGE, F. D.; MATA, M. A new species of *Geastrum* from Costa Rica and Mexico. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 98, p. 331-333, 2004.

CALONGE, F. D.; MATA, M. Adicciones y correcciones al catálogo de Gasteromycetes de Costa Rica. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 30, p. 111-119, 2006.

CALONGE, F. D.; MATA, M.; CARRANZA, J. Contribución al catálogo de los gasteromycetes (basidiomycotina, fungi) de Costa Rica. In: **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, v. 62, n. 1, p. 23-45, 2005.

CALONGE, F. D.; MORENO-AROYO, B.; GÓMEZ, G. Aportación al conocimiento de los Gasteromycetes, Basidiomycotina, de Bolivia (América del Sur). *Geastrum ovalisporum* sp. nov. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 25, p. 271-276, 2000.

CALONGE, F. D.; VERDE, L. Nuevos datos sobre los Gasteromycetes de Venezuela. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 21, p. 201-217, 1996.

- CALONGE, F. D.; VERDE, L. Nuevos datos sobre los Gasteromycetes de Venezuela. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 21, p. 201-217, 1996.
- CALONGE, F.D. Some aspects on the ecology and taxonomy of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal) Gasteromycetes. **Micologia e Vegetazione Mediterranea**, v. 11, n. 2, p. 115-128, 1996.
- CARNEIRO, B. E. C.; SANTOS, S. X. **Diversidade de fungos macroscópicos da “reserva ecológica” do campus da UEG, Anápolis, Goiás–III: Fungos gelatinosos, coralóides e gasteromicetos**. 2007. <Disponível em: <http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2007/flashsic2007/arquivos/resumos/resumo82.pdf>>. Acesso em 15 set 2014.
- CAVALCANTI, M. S.; MILANEZ, A. I. Hyphomycetes isolados da água e do solo da Reserva Florestal de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 21, n. 4, p. 857-862, 2007.
- CHITTARAGI, A.; E NAIKA, R. Determination of trace elements on some wild mushroom samples encountered from Western ghats of Karnataka. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 6, n. 7, p. 2124-2135, 2014.
- CHITTARAGI, A.; RAJA NAIKA, A. H.; NAGARAJ, K. Antibacterial Potential of *Geastrum triplex* Jungh. Against Plant and Human Pathogens. **International Journal of PharmTech Research**, v. 5, n. 4, p. 1456-1464, 2013.
- COKER, W. C.; COUCH, J. N. **The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada**. MBLWHOI Library: New York: Dover, 1928.
- CORTEZ, V. G.; BASEIA, I. G.; SILVEIRA, R. M. B. Gasteromicetos (Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 291-299, 2008.
- COSTA, I. R.; DA ARAÚJO, F. S.; LIMA-VERDE, L. Flora e aspectos autoecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 1, p. 759-770, 2004.
- CRIBB, J. W. **The gasteromycetes of Queensland: Part I - Phallales, Sclerodermales, Lycoperdales and Nidulariales**.v. 3. Queensland: The University of Queensland Press Brisbane, 1955.
- CUNNINGHAM, C. H. **The Gasteromycetes of Australia and New Zealand**. Dunedin: 1944.

DE MEIJER, A. A. R. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian State of Paraná. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, Curitiba, v. 68, N. 1, p. 1–55, 2006.

DEMOULIN, V. Gasteromycetes de Belgique: Sclerodermatales, Tulostomatales, Lycoperdales. **Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique**, v. 38, n. 1, p. 1-101, 1968.

DEMOULIN, V. Typification of *Geastrum* Pers.: Pers. and its orthographic variant Geaster (Gasteromycetes). **Taxon**, v. 33, p. 498-501, 1984.

DEMOULIN, V.; DRING, D. M. Gasteromycetes of Kivu (Zaire), Rwanda and Burundi. **Bulletin du Jardin botanique national de Belgique/Bulletin van de Nationale Plantentuin van België**, v. 45, n. 3-4, p. 339-372, 1975.

DEMOULIN, V.; MARRIOTT, J. V. R. Key to the Gasteromycetes of Great Britain. **Bulletin of the British Mycological Society**, v. 15, n.1, p. 37-56, 1981.

DENNIS, R. W. G. Some West Indian Gasteromycetes. **Kew Bulletin**, v. 8, n. 3, p. 307-328, 1953.

DENNIS, R.W.G. **Fungus flora of Venezuela and adjacent countries**. Kew Bulletin Additional Series 3, London: J. Cramer, 1970

DISSING, H.; LANGE, M. Gasteromycetes of Congo. **Bulletin du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles**, v. 32, n. 4, p. 325-416, 1962.

DIX, N. J.; WEBSTER, J. **Fungal Ecology**. Chapman e Hall: London florísticos. 2 ed. Âmbito Cultural, São Paulo. 1995.

DORE, C. M. P. G. Estudo de β -glucanas extraídas dos fungos *Geastrum saccatum* e *Polyporus dermoporus*: características químicas e atividades biológicas. Monografia. Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

DORE, C. M. P.; AZEVEDO, T. C. G.; SOUZA, M. C. R.; REGO, L. A.; DANTAS, J. C. M.; SILVA, F. R. F.; ROCHA, H. A. O.; BASEIA, I. G.; LEITE, E. L. Anti-inflammatory, antioxidant and cytotoxic actions of β -glucan-rich extract from *Geastrum saccatum* mushroom. **International Immunopharmacology**, v. 7, n. 3, p. 1160-1169, 2007.

DOUANLA-MELI, C.; LANGER, E.; CALONGE, F. D. *Geastrum pleosporus* sp. nov. a new species of Geastraceae identified by morphological and molecular phylogenetic data. **Mycological Progress**, v. 4, n. 3, p. 239-250, 2005.

DRECHSLER-SANTOS, E.R.; WARTCHOW, F.; BASEIA, I.G.; GIBERTONI, T.B.; CAVALCANTI, M. A. Q. Revision of the Herbarium URM I. Agaricomycetes from the semi-arid region of Brazil. **Mycotaxon**, v. 104, p. 9–18, 2008.

DUBOVOY, C.; HERRERA, T.; CALDERON, S. Investigación de fitohemaglutininas en algunas criptógamas. **Anales del instituto de biología de la universidad nacional autónoma de México**, v. 37, n. 1, p. 9-41, 1966.

DULGER, B. Antimicrobial activity of ten Lycoperdaceae. **Fitoterapia**, v. 76, n. 3, p. 352-354, 2005.

ECKBLAD, F. The Gasteromycetes of Norway. The epigaeal genera. **Nytt magasin for Botanikk**, v. 4, n. 1, p. 19-86, 1955. 91

ESQUEDA-VALLE, M.; HERRERA, T.; PEREZ-SILVA, E.; SANCHEZ, A. Distribution of *Geastrum* species from some priority regions for conservation of biodiversity of Sonora, Mexico. **Mycotaxon**, v. 87, n. 1, p. 445-456, 2003.

ESQUEDA-VALLE, M.; PEREZ-SILVA, E.; HERRERA-SUÁREZ, T.; CORONADO-ANDRADE, M.; ESTRADA-TORRES, A. Gasteromycete composition in a vegetation gradient in Sonora, Mexico. **Anales del Instituto de Biología serie Botánica**, v. 71, n.2, p. 39-62, 2000.

ESQUEDA-VALLE, M.; SÁNCHEZ, A.; RIVERA, M.; CORONADO, M. L.; LIZÁRRAGA, M.; VALENZUELA, R. Primeros registros de hongos gasteroides en la Reserva Florestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe, Sonora, México. **Revista mexicana de micología**, v. 30, n. 1, p. 19-29, 2009.

FIDALGO, O. Rick, o “Pai da Micologia Brasileira”. **Rickia**, v. 1, n. ?, p. 3-11, 1962.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1984. 32p. (Manual nº 4).

FRIES, E. M. **Systema mycologicum**, 1829. 3v. Gryphiswaldae.

FRIES, E. M. **Systema Mycologicum**. Berling: Lund, 1828. 3v.

FURLEY, P.; RATTER, J. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography**, v. 15, n. 1, p. 97-108, 1988.

GARDEZI, S. R. Notes on Scleroderma, Puff balls and Geastrum of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 38, n. 2, p. 113-122, 2005.

GARNER, J. H. B. Gasteromycetes from Panama and Costa Rica. **Mycologia**, v.48, n. ?, p. 757-764, 1956.

GIMENES, L. J. **Fungos basidiomicetos: técnicas de coleta, isolamento e subsídios para processos biotecnológicos**. 2010. Disponível em:
<http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Fungos_Basidiomicetos_Luciana_J_Gimenes.pdf>. Acesso em: 5 mai 2014.

GUERRA, R. A. (Org.). **Ciências biológicas: cadernos CB virtual 2**. João Pessoa: E. Universitária, 2011.

GUZMAN, M. Cannabinoids: potential anticancer agents. **Nature Reviews Cancer**, v. 3, n. 1, p. 745-755, 2003.

GUZMÁN-DÁVALOS, L.; GUZMÁN, G. Estudio ecológico comparativo entre los hongos

HAWKSWORTH, D. L. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. **Studies in Mycology**, v. 50, n. ?, p. 9-18, 2004.

HAWKSWORTH, D. L. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. **Studies in Mycology**, v. 50, n. ?, p. 9-18, 2004.

HAWKSWORTH, D. L. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revised. **Mycological Research**, v. 105, n. 12, p. 1422-1432, 2001.

HEMMES, D.; DESJARDIN, D. Earthstars (*Geastrum*, *Myriostoma*) of the Hawaiian Islands Including Two New Species, *Geastrum litchiforme* and *Geastrum reticulatum*. **Pacific Science**, v. 65, n. 4, p. 477-496, 2011.

HENNINGS, P. Fungi amazonici I. a cl. Ernest Ule collecti. **Hedwigia**, v. 43, n. 1, p. 154-186, 1904a.

HENNINGS, P. Fungi fluminenses s cl. E. Ule collecti. **Hedwigia**, v. 43, n. 1, p. 154-186, 1904b.

HIBBETT, D. S. et al. Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. **Mycologia**, v. 98, n. 6, p. 949-959, 2007.

HIBBETT, D. S.; PINE, E. M.; LANGER, E.; LANGER, G.; DONOGHUE, M. J. (1997). Evolution of gilled mushrooms and puffballs inferred from ribosomal DNA sequences. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 94, n. 22, p. 12002-12006, 1997.

HOSAKA, K. et al. Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. **Mycologia**, v. 98, n. 6, p. 949-959, 2006.

HOSAKA, K; CASTELLANO, M. A. MOLECULAR PHYLOGENETICS OF Geastrales with special emphasis on the position os Sclerogaster. **Bulletin of the National Museum of Nature Science**, v. 34, n. 4, p. 161-173, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. 2010. Disponível em: < www.ibge.gov.br/cidadesat/ >. Acesso em: 26 abr 2014.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **ICMBio protege 6 milhões de hectares de cerrado**. 2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/comunicacao/noticias/4-destaques/4970-icmbio-protege-6-milhoes-de-hectares-de-cerrado.html?highlight=WyJiaW9tYXMiLCJkZSIsImNlcnJhZG8iLCJiaW9tYXMGZGUiLCJkZSBjZXJyYWRvIl0=>>. Acesso em: 30 abr 2013.

INDEX FUNGORUM - Species Fungorum Index Fungorum. Disponível em:< <http://www.indexfungorum.org/>>. Acesso em, mai-dez de 2014.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; PESSOA, S. C. P.; BURGOS, N. ; MELO FILHO, H. F. R.; LOPES, O. F.; MEDEIROS, L. A. R. L. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Convênio MA/DNPEA – SUDENE/DRN. Recife: SUDENE, 2010.

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

KARIM, M.; KAVOSI, M. R.; MOSAZADEH, S. A.; HAJIZADEH, G. New Fungal Records for the Iran Mycota from Hyrcanian Forests. **Middle East Journal of Scientific Research**, v. 14, n. 5, p. 729-733, 2013.

KASUYA, T.; HOSAKA, K.; UNO, K.; KAKISHIMA, M. Phylogenetic placement of *Geastrum melanocephalum* and polyphyly of *Geastrum triplex*. **Mycoscience**, v. 53, n. 6, p. 411-426, 2012.

KASUYA, T.; YAMAMOTO, Y.; SAKAMOTO, H.; TAKEHASHI, S.; HOSHINO, T.; KOBAYASHI, T. Floristic study of *Geastrum* in Japan: three new records for Japanese mycobiota and reexamination of the authentic specimen of *Geastrum minus* reported by Sanshi Imai. **Mycoscience**, v. 50, n. 2, p. 84-93, 2009

KIMBROUGH, J. W.; ALVES, M. H.; MAIA, L. C. Basidiomycetes saprófitos em troncos vivos e em folhedos de “sombreiro” (*Clitoria fairchildiana* [Benth.] Howard). **Biologica Brasileira**, v. 6, n. 1-2, p. 51-56, 1994/1995.

KINGE, T. R.; EGBE, E. A.; TABI, E. M.; NJI, T. M.; MIH, A. M. The first checklist of macrofungi of mount Cameroon. **Mycosphere**, v. 4, n. 4, p. 694–699, 2013.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; DAVID, J. C.; STALPERS, J. **Ainsworth e Bisby’s Dictionary of the Fungi**. 10. ed. Wallingford, Oxon: CAB international, 2008.

KORNERUP, A.; WANSCHER, J. **Methuen Handbook of Colour**. 3. ed. London: Methuen, 1978.

KREISEL, H. Checklist of the gasteral and secotioid Basidiomycetes of Europe, Africa, and the Middle East. **Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde**, v. 10, n. 1, p. 213-313, p. 2001.

KUHAR, F.; CASTIGLIA, V.; PAPINUTTI, L. *Geastrum* species of the La Rioja province, Argentina. **Mycotaxon**, v. 122, n. 1, p.145-156, 2012.

KUHAR, F.; PAPINUTTI, L. *Geastrum episcopale*: a new noticeable species with red-violet exoperidium. **Mycologia**, v. 101, n. 4, p. 535-538, 2009.

LANTIERI, A.; GARGANO, M. L.; VENTURELLA, G. The sabulicolous fungi from Sicily (southern Italy): additions and critical review. **Mycotaxon**, v. 110, n. 1, p. 151-154, 2009.

LAZAROTTO, D. C.; PUTZKE, J.; SILVA, E. R. D.; PASTORINI, L. H.; PELEGRIN, C. M. G. D.; PRADO, G. R.; CARGNELUTTI, D. Agaricomycetes fungi community at different forest systems in the northwest of Rio Grande do Sul State, Brazil: seasonal deciduous forest and eucalypt monoculture. **Hoehnea**, v. 41, n.2, p. 269-275, 2014.

LAZO, W. Fungi from Chile I. Some gasteromycetes and Agaricales. **Mycologia**, v. 64, n. 4, p. 786-798, 1972.

LEITE, A. G.; BASEIA, I. G. A família Geastraceae Corda em algumas áreas do Nordeste brasileiro. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 178-183, 2007.

LEITE, A. G.; CALONGE, F. D.; BASEIA, I. G. 2007. Additional studies on *Geastrum* from northeastern Brazil. **Mycotaxon**, v. 101, n. 1, p. 103-111, 2007.

LEITE, A. G.; DE ASSIS, H. K.; DA SILVA, B. D. B.; SOTÃO, H. M. P.; BASEIA, I. G. *Geastrum* species from the Amazon Forest, Brazil. **Mycotaxon**, v. 118, n. 1, p. 383-392, 2011.

LIU B. The Gasteromycetes of China. Beiheftezur. **Nova Hedwigia**, v. 74, n. 1, p. 1-235, 1984.

LLOYD, C. G. Mycological notes n° 25. New notes on the geasters. **Mycological Writings**, v. 2, p. 309-317, 1907.

LLOYD, C. G. **The genera of Gastromycetes**. Cincinnati: Mycological Writings, 1902.

LONG, W. H.; STOUFFER, D. J. Studies in the Gasteromycetes: XVI. The Geastraceae of the South-Western United States. **Mycologia**, v. 40, n. 5, p. 547-585, 1948.

MAGGIORA, M. D. Funghi dall'aspetto particolare III: Le Geastraceae. **MicoPonte**, v. 4, n.1, p. 14-23, 2010.

MARTÍN, M. P.; LLIMONA, X. Gasteromycetes checklist of the ortheastern Iberian Peninsula and Balearic islands. **Mycotaxon**, v. 51, n. 1, p. 289-312, 1994.

MATHEUS, R. D.; OKINO, L. K. Utilização de basiomicetos em processos biotecnológicos. In: BONONI, V. L. R.; GRANDI, R. A. P. **Zigomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas**. Instituto de Botânica: São Paulo - SP, 1998.

MENDONÇA, L. A.; FRISCHKORN, H.; SANTIAGO, M. F.; DE CAMARGO, P. B.; DE LIMA, J. O.; FILHO, J. M. Identificação de mudanças florestais por 13C e 15N dos solos da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.14, n. 3, p.314-319, 2010.

MILLER Jr., O. K.; MILLER, H. H. **Gasteromycetes: Morphology and Developmental Features**. Mad River: Eureka, 1988.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais da Floresta Nacional de Araripe-Apodí**. 2006. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/category/44-p?download=2325%3ap>>. Acesso em: 5 mai 2014.

MORAIS, A. M. L.; PAES, R. A.; HOLANDA, V. L. Micologia. In: MOLINARO, E. M.; Caputo, LUZIA F. G.; AMENDOEIRA, M. R. R. (Org). **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, p. 399-496, 2009.

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

MOYERSON, B.; DEMOULIN, V. Les Gastéromycètes de Corse: taxonomie, écologie, MYCOBANK – Fungal database: nomenclature and species banks. Disponível em:<<http://www.mycobank.org/>>. Acesso em: mai-dez de 2014

OCHOA, C.; MORENO, G. Hongos gasteroides y secotioides de Baja Califórnia, México. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 30, N. 1, p. 121-166, 2006.

PALMER, J. T. Observations on gasteromycetes. 1–3. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 38, n. 4, p. 317-334, 1955.

PARDAVÉ, L. M.. Gasteromycetes of the State of Aguascalientes. **Revista Mexicana de Micologia**, v.7, n. 1, p. 71-78, 1991.

PEGLER D. N, LAESSOE T.; SPOONER, B. M. **British puffballs, earthstars, and stinkhorns**. London: Royal Botanic Gardens, Kew, 1995.

PEREZ, E. F.; CALONGE, F. D.; BASEIA, I.G. *Geastrum entomophilum*, a new earthstar with an unusual spore dispersal strategy. **Mycotaxon**, n. 104, n. 1, p. 449–453, 2008.

PERSOON, C. H. **Synopsis Methodica Fungorum**. Göttingen: Henricus Dieterich, 1801.

PONCE DE LEÓN, P. A revision to the family Geastraceae. **Fieldiana Botany**, v. 31, N. 14, p. 302-349, 1968.

QUEVEDO, J. R.; BONONI, V. L. R.; OLIVEIRA, A. K. M.; GUGLIOTTA, A. M. Agaricomycetes (Basidiomycota) em um fragmento florestal urbano na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 4, p. 430-438, 2012.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, n. 3, p. 223-230, 1997.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHOM, S. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

RAZAQ, A.; SHAHZAD, S. *Geastrum sessile* and *G. vulgatum*, new records from Pakistan. **Pak. J. Bot**, v. 39, n. 6, p. 2193-2194, 2007.

REBRIEV, Y. A.; GORBUNOVA, I. A. Гастеромицеты юга Западной и Средней Сибири. **Сибирский ботанический вестник**, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2007.

REID, D. A. Some Gasteromycetes from Trinidad and Tobago. **Kew Bulletin**, v. 31, n. 3, p. 657-690, 1977.

RICK, J. Basidiomycetes Eubasidii no Rio Grande do Sul. Brasília. **Iheringia**, v. 9, p. 451-480, 1961.

RIZZINI, C.T. Tratado de fitogeografia do Brasil. Âmbito Cultural: Rio de Janeiro, 1997.

SANTOS Jr., E. R.; ALENCAR, G. S. S.; ALENCAR, S. K. P.; VIEIRA FILHO, J.; SANTOS, C. A. A.; SILVA, C. S. Análise morfométrica e fitossociológica de parcelas intencionais da FLONA Araripe/Apodi. In: Congresso Norte e Nordeste em pesquisa e inovação – CONNEPI, VII, 2012. Tocantins. Palmas, **Anais do evento**, 2012.

SCHENCK, N. C. (Ed.) **Methods and principles of Mycorrhizal Research**. 1982.

SESLÍ, E.; MORENO, G.; ALTÉS, A.. A study on the spore morphology of gasteroid fungi collected from Trabzon. **Mantar Dergisi**, v. 4, n. 1, p. 1-5, 2013.

SHEPARD, G.H.; ARORA, D.; LAMPMAN, A. The grace of the flood: Classification and use of wild mushrooms by the Highland Maya of Chiapas, **Economic Botany**, v. 62, n. 3, p. 437–470, 2008.

SILVA B. D. B.; CABRAL, T.S.; MARINHO, P. ; ISHIKAWA, N. K.; BASEIA IG. Two new species of *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) found in Brazil. **Nova Hedwigia**, v. 96, n. 3-4, p. 445–456, 2013.

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

SILVA, B. D. B.; SOUSA, J. O.; BASEIA, I. G. Discovery of *Geastrum xerophilum* from the Neotropics. **Mycotaxon**, v. 118, n. 1, p. 355-359, 2011.

SILVEIRA, V. D. **Micologia**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995.

SMITH, C. W.; PONCE DE LEÓN, P. Hawaiian gasteroid fungi. **Mycologia**, v. 74: n. 5, p. 712-717, 1982.

SOBESTIANSKY, G. Contribution to a Macromycete survey of the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 3, p. 437-457, 2005.

SOOSAIRAJ, S.; RAJA, P.; KALA, A.; RAJ, P. K. Survey of macroscopic fungi from a few districts of Tamilnadu. **The Bioscan-An International Quarterly Journal of Life Sciences**, v. 7, n. 4, p. 669, 671, 2012.

SOTO, M. K.; WRIGHT, J. Taxonomia del género *Geastrum* (Basidiomycetes, Lycoperdales) em la província de Buenos Aires, Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 34, n. 3–4, p. 185–201, 2000.

SOUSA, J. O. **O gênero Geastrum Pers. (Geastraceae, Basidiomycota) em duas áreas de Mata Atlântica do Rio Grande do Norte, Brasil**. 2012. Monografia. Natal, Rio Grande do Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

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

SOUSA, J. O.; SILVA, B. D. B.; ALFREDO, D. S.; BASEIA, I. G. New records of Geastraceae (Basidiomycota: Phallomycetidae) from atlantic rainforest remnants and relicts of northeastern Brazil. **Darwiniana**, nueva serie, v. 2, n. 2, p. 1-15, 2014b.

SOUSA, J.O; SILVA, B.D.B; BASEIA, I.G. *Geastrum* from the Atlantic Forest in northeast Brazil — new records for Brazil. **Mycotaxon**, v. 129, n. 1, p. 169–179, 2014.

SPEGAZZINI C, *Gasteromicetas Argentinas*. **Physis** (Buenos Aires), v. 8, p. 421e435, 1927.

SRIVASTAVA, A. K.; SORENK, F. P. K. S. Some common wild edible mushrooms growing in jharkhand. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 3, n. 2, p. 577 – 582, 2014.

STANEK, D. A. A study of the low-molecular weight phenols formed upon the hydrolysis of aspenwood. **Tappi**, v. 41, n. 10, 601-609, 1958.

SUNHEDE, S. Geastraceae (Basidiomycotina). Morphology, ecology and systematics with special emphasis on the North European species. **Synopsis Fungorum**, v. 1, p. 1-534, 1989.

SUNHEDE, S. Studies in Gasteromycetes. I. Notes on spore liberation and spore dispersal in *Geastrum*. *Svensk botanisk tidskrift*. **Svensk Botanisk Tidskrift, Bd**, v. 68, p. 329-343, 1974.

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

TKALČEC, Z.; MEŠIĆ, A.; ANTONIĆ, O. Survey of the gasteral Basidiomycota (Fungi) of Croatia. **Natura Croatica**, v. 14, n. 2, p. 99-120, 2005.

TRIERVEILER-PEREIRA L.; SILVEIRA R. M. B. On the *Geastrum* species (Geastraceae, Basidiomycota) described by Rick. **Phytotaxa**, v. 61, n. 1, p. 37–46, 2012.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BASEIA, I. G. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). **Mycotaxon**, v. 108, n. 1, p. 441-444, 2009.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BASEIA, I. G. Additional data on *Geastrum entomophilum* (Geastraceae, Basidiomycota). **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 34, p. 135-139, 2010a.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BASEIA, I. G. Contribution to the knowledge of gasteroid fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) from the state of Paraíba, Brazil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, p. 167-173, 2010b.

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; BEZERRA, K. M. T.; BEZERRA, J.L.; BASEIA, I. G. First records of Geastraceae and Nidulariaceae (Basidiomycota, Fungi) from Bahia, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 316–319, 2009.

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

TRIERVEILER-PEREIRA, L.; GOMES-SILVA, A. C.; BASEIA, I. G. Notes on gasteroid fungi of the Brazilian Amazon rainforest. **Mycotaxon**, v. 110, n. 1, p. 73–80, 2009.

TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa; CHRISTINA GOMES-SILVA, Allyne; GOULART BASEIA, Iuri. Observations on gasteroid Agaricomycetes from the Brazilian Amazon rainforest. **Mycotaxon**, v. 118, n. 1, p. 273-282, 2011.

TRUFEM, S. F. B. Utilização de zigomicetos em processos biotecnológicos. In: BONONI, V. L. R.; GRANDI, R. A. P. **Zigomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas**. Instituto de Botânica: São Paulo - SP, 1998.

TÜRKOĞLU, A.; KANLIK, A.; GEZER, K. Macrofungi of Çameli District (Denizli-Turkey). **Turkish Journal of Botany**, v. 31, n. 6, p. 551-557, 2007.

VIÉGAS, A. P. Alguns fungos do Brasil, X: Gasteromicetos. **Bragantia**, v. 5, p. 583-

WEBSTER, J.; WEBER, R. W. S. **Introduction to fungi**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

WOESE, C. R.; KANDLER, O.; WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 87, n. 12, p. 4576-4579, 1990.

WOJEWODA, W. New localities of rare and threatened species of *Geastrum* [Lycoperdales] in Poland. **Acta Mycologica**, v. 35, n. 2, p. 145-151, 2000.

WRIGHT, J. E.; ALBERTÓ, E. **Guía de los Hongos de la region Pampeana. II. Hongos sin laminillas**. Buenos Aires: L. O. L. A., 2006.

YAĞIZ, D.; AFYON, A.; KONUK, M.; HELFER, S. Contributions to the macrofungi of Bolu and Düzce Provinces, Turkey. **Mycotaxon**, v. 95, n.1, p. 331-334, 2006.

YOUSAF, N.; FIAZ, M.; AHMAD, H.; KHALID, A. N. Gasteroid Mycota of District Mansehra, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 16, n. 3, p. 571-577, 2014.

ZAMORA J. C.; CALONGE, F. D.; MARTÍN M. P. New sources of taxonomic information for earthstars (*Geastrum*, Geastraceae, Basidiomycota): phenoloxidases and rhizomorph crystals. *Phytotaxa*, v. 132, n. 1, p. 1–20, 2013b.

ZAMORA, J. C.; CALONGE, F. D. *Geastrum parvistriatum*, una nueva especie encontrada em España. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 3, p. 139-149, 2007.

ZAMORA, J. C.; CALONGE, F. D. *Geastrum parvistriatum*, una nueva especie encontrada en España. **Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid**, v. 31, n. ?,p. 139-149, 2007.

ZAMORA, J. C.; DE DIEGO CALONGE, F.; HOSAKA, K.; MARTÍN, M. P. Systematics of the genus *Geastrum* (Fungi: Basidiomycota) revisited. **Taxon**, v. 63, n. 3, p. 477-497, 2014c.

ZAMORA, J. C.; KUHAR, F.; CASTIGLIA, V. ; PAPINUTTI, L. On *Geastrum argentinum*, a forgotten species. **Mycoscience**, v. 55, n. 3, p. 177-182, 2013b.

ZAMORA, J. C; CALONGE, F. D.; HOSAKA, K., MARTÍN, M. P. Proposal to conserve the name *Geastrum* (Basidiomycota: Geastrales) with a conserved type. **Taxon**, v. 63, n. 3, p. 679-680, 2014a.

ZURCHER, M. I. **Contribución al estudio de los Gasteromycetes de Costa Rica**. Tese. Tesis, Licenciatura en Biología, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias y Letras, San José (Costa Rica), 1966