

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA  
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**

**BIODIVERSIDADE DE FUNGOS DOS MACIÇOS DE  
BATURITÉ E URUBURETAMA**



**JOEDSON CASTRO PIRES**

**Acarape**

**2019**

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA  
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**

**BIODIVERSIDADE DE FUNGOS DOS MACIÇOS DE  
BATURITÉ E URUBURETAMA**

**JOEDSON CASTRO PIRES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como parte dos requisitos para obtenção do título em Lic. em Ciências Biológicas.

**Orientador: Prof. Dr. Jober Fernando Sobczak**

**Acarape**

**2019**

**Joedson Castro Pires**

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Pires, Joedson Castro.

P743b

Biodiversidade de fungos dos Maciços de Baturité e Uruburetama /  
Joedson Castro Pires. - Redenção, 2019.  
88f: il.

Monografia - Curso de Ciências Biológicas, Instituto De Ciências  
Exatas E Da Natureza, Universidade da Integração Internacional da  
Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2019.

Orientadora: Prof. Dr. Jober Fernando Sobczak.

1. Macrofungos. 2. Entomopatogênicos. 3. Micologia. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 634.9751098162

---

## **BIODIVERSIDADE DE FUNGOS DOS MACIÇOS DE BATURITÉ E URUBURETAMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Lic. em Ciências Biológicas.

### **BANCA EXAMINADORA**

1º Examinador Prof. Dr. Jober Fernando Sobczak

2º Examinador Profa. Dra. Vanessa Lúcia Rodrigues Nogueira

3º Examinador Profa. Dra. Eveline Pinheiro de Aquino

### **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a todos aqueles que buscam conhecer mais sobre os fungos presentes no estado do Ceará, e descobrir suas inúmeras importâncias ecossistêmicas e socioeconômicas.

“Enquanto que o nosso planeta, obedecendo à Lei fixa da gravitação, continua a girar na sua órbita, uma quantidade infinita de belas e admiráveis formas, saídas de um começo tão simples, não têm cessado de se desenvolver e desenvolvem-se ainda!”

Charles Darwin – A Origem das Espécies

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a seleção natural, que proporcionou tal diversidade de organismos existentes na Natureza (muitos ainda desconhecidos pela ciência) e ressalto a importância da preservação dessas áreas naturais onde estão inseridos, sem tal diversidade esse estudo não seria possível ser realizado.

Agradeço também aos meus pais, Esmeraldina Castro e Edson Pires, especialmente a minha mãe, pelos anos de dedicação e apoio em minha formação.

A minha namorada Mônica Portela por estar sempre ao meu lado e torcer juntamente comigo durante esses anos de pesquisa.

Aos meus colegas de grupo de pesquisa e grandes amigos: Emily Fonseca, Ageu Nóbrega, Paulo Rabelo, Eimar Moura, Brenda Santiago pelos trabalhos realizados em conjunto.

A todos meus colegas de curso da primeira turma de Licenciatura em Ciências Biológicas, pelos anos de convivência.

A todos os professores do ICEN e demais institutos, pela dedicação e qualidade de ensino prestados ao longo dos 4 anos letivos.

Ao meu orientador, professor e amigo Dr. Jober Sobczak. Pelas dicas, apoio, e pelo profissionalismo com que me orientou.

Ao CNPq, órgão que financiou meus estudos por dois anos, dando condições para minha dedicação a esta pesquisa.

Aos micólogos: Me. Douglas Couceiro da Universidade Federal do Oeste do Pará, Dr. João P. M. Araújo da Pennsylvania State University e a Dra. Susanne Sourell, que me ajudaram com identificação dos espécimes coletados.

A professora e curadora do Herbário da UNILAB, Dra. Jullyana Sobczak.

Ao professor Dr. Nelson Menolli e sua orientanda Me. Mariana Drewinski, que me deram a oportunidade de conhecer e praticar os métodos de identificação de fungos desenvolvidos no Instituto de Botânica (IBt).

Aos proprietários do Sítio Gameleira; Sítio São Luís; Hotel Vale das Nuvens; Recanto Hotel de Serra e a Comunidade Quilombola de Nazaré pela permissão e incentivo à pesquisa científica em suas propriedades.

As técnicas: Lívia Assis, Tatyane Barros e Sarah Medeiros responsáveis pelos laboratórios de Microbiologia, Biologia Geral e Biologia vegetal, respectivamente, pelas dicas e ajudas prestadas.

Em suma, agradeço a todos que contribuíram, direta e indiretamente, para o desenvolvimento desta pesquisa, assim como para o meu crescimento acadêmico e profissional.

## **RESUMO**

Em meio a Caatinga cearense encontram-se os brejos de altitude, sendo evidenciados pela pluviometria elevada (1200-2000 mm/ano). Isso se deve pelos obstáculos montanhosos com

altitude variando de 600-1100 m que barram os ventos alísios carregados de umidade oriundos do Atlântico, gerando assim um clima bem mais ameno do que no restante do estado, favorecendo o estabelecimento de uma floresta ombrófila densa. Apesar desses maciços úmidos representarem apenas cerca de 5% de todo o sertão, é presumível que tais brejos de altitude sejam os lugares com maior riqueza de vida selvagem em meio a Caatinga. Tendo ciência deste fato, o estudo foi realizado nestas zonas de mata úmida do estado do Ceará, na região do Maciço de Baturité e no Maciço de Uruburetama, onde foram realizadas buscas e coletas por fungos macroscópicos dos filos Basidiomycota e Ascomycota – incluindo os fungos entomopatogênicos, sendo a maior ordem (Hypocreales) pertencente a Ascomycota. Atualmente são conhecidas cerca de 99.000 espécies de fungos, das quais 14.510 existem no Brasil. No entanto, isso representa apenas 6,6% das espécies estimadas (1.5 milhões de espécies estimadas). Contudo, nas últimas décadas as ações antrópicas vêm degradando cada vez mais os biomas terrestres e muitas vezes causando extinções de espécies que ainda nem chegaram a ser conhecidas pela ciência. Foram coletados 335 espécimes morfológicamente distintos de fungos, dentre estes 44 são espécimes morfológicamente distintos de fungos entomopatogênicos e o restante (291) são macrofungos. Essa grande diversidade de fungos encontrados ressalta a importância da preservação desses brejos de altitude, assim como incentiva a realização de mais pesquisas nesses locais de exceção em meio a região semiárida nordestina. Visto que o contínuo avanço antrópico sobre os recursos naturais disponíveis nessas florestas põe em risco a sobrevivência desses organismos, assim como põe em risco também a nossa existência, pois sem os mesmos, os ciclos biológicos não seriam completos.

**Palavras chave:** Biodiversidade; Brejos-de-altitude; Cogumelos; Fungos

## **ABSTRACT**

In the middle of Caatinga Cearense are the swamps of altitude, being evidenced by the high rainfall (1200-2000 mm / year). This is due to the mountainous obstacles with altitude ranging from 600-1100 m that block the moisture-laden trade winds from the Atlantic, thus generating a much milder climate than in the rest of the state, favoring the establishment of a dense ombrophilous forest. Although these wet massifs account for only about 5% of the entire backcountry, such highland swamps are presumed to be the richest wildlife places in the middle of Caatinga. Being aware of this fact, the study was carried out in these rainforest zones of the state of Ceará, in the region of Baturité massif and in Uruburetama massif, where macroscopic fungi of the Basidiomycota and Ascomycota phyla - including entomopathogenic fungi - were carried out. , being the largest order (Hypocreales) belonging to Ascomycota. About 99,000 fungal species are currently known, of which 14,510 exist in Brazil. However, this represents only 6.6% of estimated species (1.5 million estimated species). However, in recent decades anthropic actions have increasingly degraded terrestrial biomes and often caused extinctions of species that have not even been known to science. We collected 335 morphologically distinct specimens of fungi, among these 44 are morphologically distinct specimens of entomopathogenic fungi and the remainder (291) are macrofungi. This great diversity of fungi found underscores the importance of preserving these altitude swamps, as well as encouraging further research in these exceptional locations in the northeastern semiarid region. Since the continued anthropic advance on the natural resources available in these forests endangers the survival of these organisms, as well as endangers our existence, because without them biological cycles would not be complete.

**Keywords:** Biodiversity; Highland swamps; Mushrooms; Fungi

## **LISTA DE FIGURAS E TABELAS**

<b>Figura 1</b> - Paisagem ressaltando serras úmidas .....	14
<b>Figura 2</b> - Delimitação da APA da Serra de Baturité .....	18
<b>Figura 3</b> - Fóssil de cogumelo encontrado na Chapada do Araripe .....	20
<b>Figura 4:</b> Micélio se ramificando a partir de galho .....	21
<b>Figura 5</b> - Potencial de utilização dos fungos .....	22
<b>Prancha 1</b> – Coleta de Fungos nos Maciço de Baturité e Maciço de Uruburetama .....	26
<b>Figura 6</b> - Ficha de coleta de fungos macroscópicos .....	32
<b>Gráfico 1</b> - Filos e números de espécimes coletados .....	32
<b>Gráfico 2</b> - Ordens e números de espécimes coletados .....	33
<b>Tabela 1</b> - Espécimes identificados até nível de Espécie .....	34
<b>Tabela 2</b> - Espécimes identificados até nível de Gênero .....	37
<b>Prancha 2</b> – Macrofungos dos maciços de Baturité e Uruburetama .....	39
<b>Tabela 3</b> - Espécimes já registrados para o Ceará/Registro de ocorrência por Fitofisionomia ..	50
<b>Figura 7</b> - Número de espécies fúngicas registradas por Estado na primeira versão da Lista Brasileira de Plantas e Fungos (Maia & Carvalho Jr. 2010) e a atual número (2015) .....	51
<b>Tabela 4</b> – Espécies/gêneros identificados e registro de ocorrência .....	61
<b>Prancha 3</b> – Fungos entomopatogênicos dos maciços de Baturité e Uruburetama .....	64

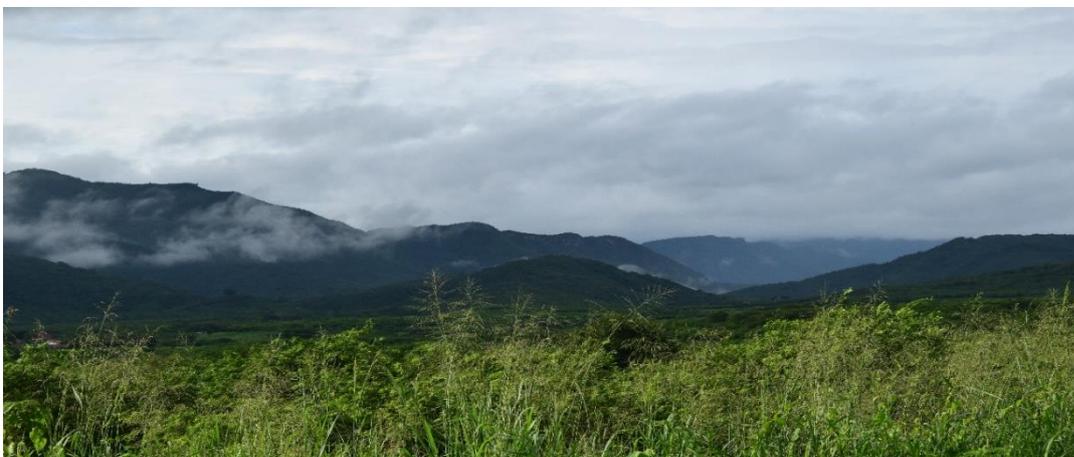
## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	5
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	7
<b>RESUMO</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>LISTA DE FIGURAS E TABELAS</b> .....	11
<b>SUMÁRIO</b> .....	12
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<i>Fungos</i> .....	18
<b>OBJETIVOS</b> .....	24
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
<i>Área de estudo</i> .....	25
 <b>CAPÍTULO I</b>	
<b>BIODIVERSIDADE DE MACROFUNGOS DOS BREJOS DE ALTITUDE DO CEARÁ</b> .....	27
<b>RESUMO</b> .....	28
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>MÉTODOS</b> .....	30
<b>RESULTADOS</b> .....	32
<b>DISCUSSÃO</b> .....	50
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	53
<b>REFERENCIAS</b> .....	53
 <b>CAPITULO II</b>	
<b>BIODIVERSIDADE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS DOS BREJOS DE ALTITUDE DO CEARÁ</b> .....	55

RESUMO .....	56
INTRODUÇÃO .....	57
MÉTODOS .....	59
RESULTADOS .....	60
DISCUSSÃO.....	69
AGRADECIMENTOS .....	72
REFERENCIAS .....	72
<b>DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>80</b>

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil é responsável por abrigar 13% de toda biota mundial, onde possui uma grande variedade de climas, relevos e vegetações (MACHADO et al., 2008). As combinações destes fatores propiciam diversos biomas e diferentes ecossistemas, distribuídos pelo grande território brasileiro (MACHADO et al., 2008). No Ceará, em meio ao único bioma exclusivamente brasileiro, a Caatinga, o qual se caracteriza por sua semiaridez e grande extensão, correspondendo a 54% da Região Nordeste e 11% do território nacional (BASEIA et al., 2014), encontram-se os brejos de altitude (Figura 1), caracterizando-se como verdadeiros ambientes de exceção. Devido sua localização geográfica e altitude variando de 600-1100 m, apresentam em suas áreas mais altas uma vegetação complexa e diversificada. Esse tipo de vegetação, atua como um refúgio ecológico para muitas espécies, além de oferecer condições essenciais para o abastecimento de bacias hidrográficas da região (ANDRADE-LIMA,1982). Tais serras concentram umidade e as precipitações das massas de ar oriundas do oceano Atlântico nas vertentes a barlavento, o que proporciona temperaturas amenas nesses locais, com médias anuais de 20,8 °C e elevados e regulares índices pluviométricos (1200-2000 mm/ano) (ANDRADE-LIMA,1982; CEARÁ, 2014). Tal umidade proporciona a formação de paisagens singulares, com solos mais espessos e vegetações com padrões fisionômicos de floresta úmida, contrastando com os sertões circundantes do semiárido (FREIRE & LIMA, 2014).



**Figura 1** - Paisagem ressaltando serras úmidas.

Essas serras também podem ser chamadas de maciços residuais e são principalmente compostas pelas rochas do embasamento cristalino (rochas ígneas e metamórficas) (SILVA, 2015). Tais maciços surgiram durante a Orogênese Brasileira, onde durante o período Pré-Cambriano (670 Ma - 550 Ma) ocorreram diversas transformações estruturais na América do Sul, devido deformações e dobramentos tectônicos ocasionados pela junção dos blocos continentais menores na formação do grande bloco continental conhecido hoje como Gondwana (SILVA, 2015). Essas serras aos longos dos milhares de anos sofreram um intenso processo erosivo de recuo de suas vertentes, principalmente na Era Cenozóica, quando as mudanças climáticas e glaciações interferiram diretamente nas formas do relevo, diminuindo bastante sua área total. Isso pode ser evidenciado pela série de inselbergs que circundam às serras (SILVA, 2015).

As matas úmidas desses maciços comportam resquícios do complexo florestal do domínio Mata Atlântica e Floresta Amazônica. Durante o Mioceno – há cerca de 23 milhões de anos, houve a primeira ligação entre tais florestas, devido ao encontro das placas tectônicas do Pacífico e Sul-Americana, resultando na formação de cadeias montanhosas e serras úmidas com savanas que atuaram como pontes entre o sudeste da Floresta Amazônica e Floresta Atlântica, por onde mamíferos, aves, plantas e outros organismos se dispersaram. Já no Plioceno e no Pleistoceno - entre 5 milhões e 2 milhões de anos do presente, ocorreu uma segunda ligação entre essas florestas, conectando vegetação da parte nordeste da Mata Atlântica com a vegetação amazônica do estado do Pará e das Guianas (BATALHA et al., 2013). Contudo, devido às glaciações e interglaciações que ocorreram no Pleistoceno terminal - 13.000 a 18.000 anos antes do presente, essas florestas se retraíram, e no Ceará se estabeleceram somente nessas ilhas de altitude, onde hoje abrigam espécies de ambos biomas, o que acabou proporcionando uma grande biodiversidade e favorecendo o endemismo de espécies nesses locais (AB’SÁBER, 2003).

Apesar disso, o domínio prevalecente nessas serras do Ceará é a Mata Atlântica, ocupando uma área total de 1.873 Km<sup>2</sup> distribuída de maneira dispersa em dez regiões: Chapada do Araripe, Litoral, Chapada do Ibiapaba, Serra da Aratanha, Serra de Baturité, Serra do Machado, Serra das Matas, Serra de Maranguape, Serra da Meruoca e Serra de Uruburetama, ocupando total ou parcialmente 67 municípios (CAMPANILI & PROCHNOW,2006).

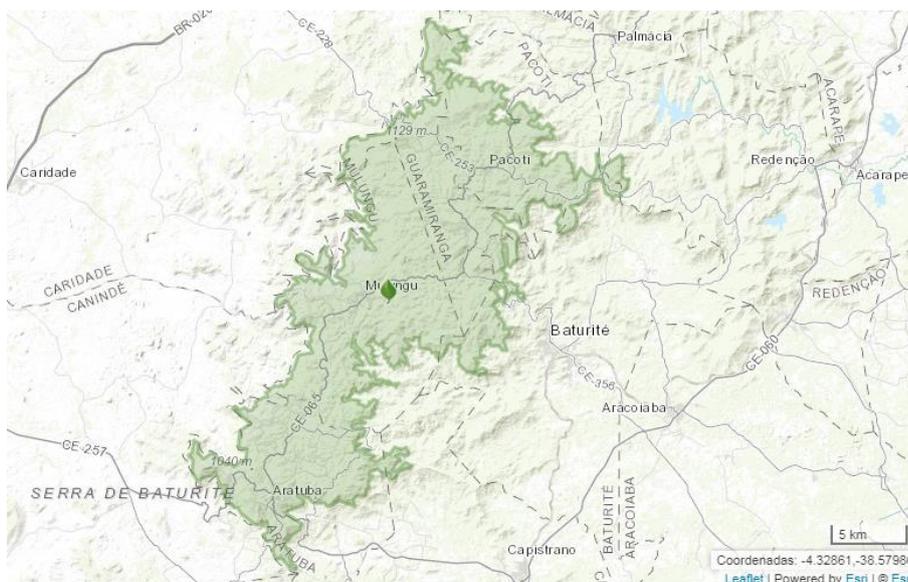
No início da colonização do Brasil, a Mata atlântica cobria uma área correspondente a 15% do território brasileiro (1.306.421 Km<sup>2</sup>). Atualmente, sua área é de somente 102.000 KM<sup>2</sup>, ou seja, 7,8% de sua área original. A Mata Atlântica é o segundo bioma mais ameaçado de extinção no mundo, estando entre os cinco primeiros colocados na lista de Hotspots – regiões consideradas ricas em biodiversidade (principalmente espécies endêmicas), e muito ameaçadas, onde mais de 75% da vegetação original já tenha sido destruída (CAMPANILI & PROCHNOW,2006).

O Estado do Ceará possui como principais espaços úmidos e subúmidos as serras de Uruburetama, Baturité, Maranguape, Aratanha, Meruoca, o Planalto da Ibiapaba e Chapada do Araripe (SOUZA & OLIVEIRA, 2006).

Antes da colonização tardia dos portugueses, ocorrida a partir de século XVII, as terras cearenses já eram habitadas por diversos grupos indígenas. À medida que os portugueses avançavam sobre as terras nativas, ocorriam diversos conflitos, o que muitas vezes resultavam na expulsão dos grupos indígenas de suas áreas de habitação, onde buscavam as serras úmidas para se refugiar, obrigando os portugueses a enviarem diversas missões jesuítas para tais locais. No século XVIII, ocorreu uma intensa imigração para as regiões de altitude do Maciço de Baturité devido a introdução do cultivo do café, o que acabou causando uma grande devastação das florestas nativas da Serra (FREIRE & SOUZA, 2006). Na segunda metade do século XIX a região viveu o apogeu da era do café, sendo necessária a construção da estrada de ferro que vinha de

Fortaleza até Baturité, porém com a grande degradação ambiental causada pelos desmatamentos e queimadas a produção caiu bruscamente (FREIRE & SOUZA, 2006). Somente no século XX, com o advento do café sombreado e suas práticas sustentáveis a cafeicultura ressurgiu, a qual se utilizava principalmente do solo rico em nutrientes, a sombra das árvores nativas e os inimigos naturais das pragas, os quais anteriormente eram afetados pelo desmatamento ou utilização de agrotóxicos (CUNHA, 2017). Já na Serra de Uruburetama a cultura de banana desmatou grande parte da floresta nativa, além da descaracterização da mata úmida em decorrência do efeito de borda (CAMPANILI & PROCHNOW, 2006).

Apesar de representarem apenas cerca de 5% de todo o sertão, é presumível que os brejos de altitude sejam os lugares com maior riqueza de vida selvagem em meio a Caatinga (CAVALCANTE, 2005). Sendo assim, essas áreas são consideradas de grande interesse ecológico devido à alta biodiversidade, além de possibilitar interações ecológicas importantes para populações de variadas espécies, desde plantas, animais e fungos, que por sua vez, realizam serviços ecossistêmicos importantes para o equilíbrio e a manutenção destes ecossistemas (CAVALCANTE, 2005). Contudo, tais espécies necessitam de ambientes florestados bem conservados para sua sobrevivência, onde hoje a destruição de habitats é a principal causa das extinções de espécies atuais, assim como das espécies que não chegaram a ser catalogadas pela ciência (SILVA, 2015). Dessa forma se torna extremamente importante a instituição de medidas com o intuito de conter tais efeitos negativos causados pela ação antrópica, criando instrumentos normativos que visem a conservação e uso sustentável dos recursos naturais, procurando manter vivo o que ainda resta da biodiversidade desses locais. Como é o caso da Unidade de Conservação da Área de Proteção Ambiental (APA) no Maciço de Baturité (Figura 2), a qual totaliza 32.690 hectares, sendo a maior área de proteção ambiental do estado (CEARÁ, 2014; FREIRE & SOUZA, 2006).



**Figura 2** - Delimitação da APA da Serra de Baturité

**Fonte:** uc.socioambiental.org, 2006.

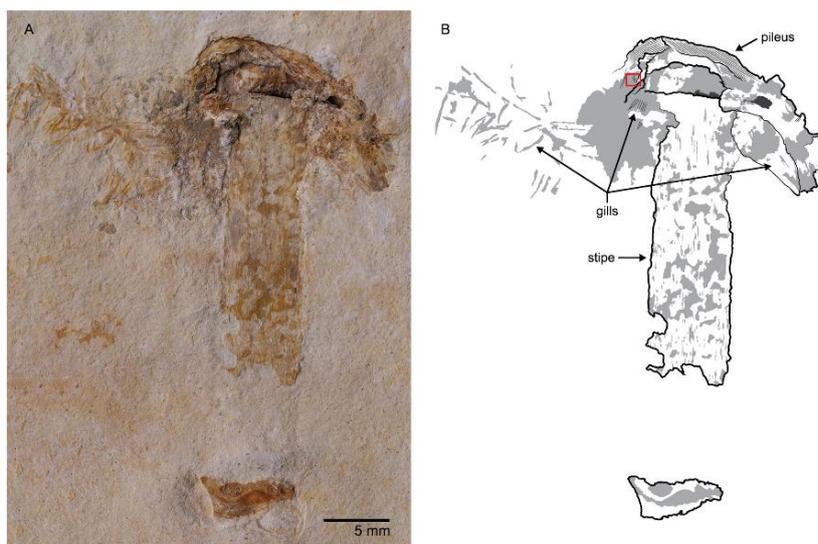
Entretanto, muitas vezes essas Unidades de Conservação não têm a devida atenção aos critérios técnicos e científicos na sua criação, além das dificuldades de recursos financeiros e humanos, principalmente a necessidade de uma equipe profissional suficiente para fiscalizar uma área de tamanho considerável, tornando mais difícil a tarefa de conservação da biodiversidade (ARAÚJO, 2012; FREIRE, 2007). Além disso, as mudanças climáticas estão se tornando mais evidentes e deletérias nos últimos anos, onde estima-se que com um aumento médio de 2° Celsius haverá uma redução de 30% da área atual da Mata Atlântica (JOLY, 2007).

### ***Fungos***

Os fungos possuem uma distribuição global e uma história evolutiva que se estende por cerca de 1.4 Bilhões de anos (HEADS et al., 2017), supõe-se que foram responsáveis pela transição das plantas ancestrais, que viviam no meio aquático, para o ambiente terrestre, onde passaram por um processo de co-evolução ao formarem associações mutualistas simbióticas entre as raízes das plantas superiores e as hifas de determinados fungos de solo, tal interação é bastante

documentada nos dias de hoje na maioria das plantas, a qual é denominada micorriza (SIQUEIRA & FRANCO, 1988), cerca de 75% das plantas vasculares conhecidas realizam tal associação, onde a planta irá se beneficiar ampliando a área fisiologicamente ativa das raízes, assim como aumentando a capacidade de captura de água e nutrientes do solo. Em troca o fungo irá receber carboidratos e vitaminas essenciais ao seu desenvolvimento (SOTÃO et al., 2004). Dessa forma, tal associação desempenha um papel crucial na nutrição mineral dessas plantas, absorvendo e transportando com eficiência minerais essenciais que podem ser limitantes no solo, principalmente o fósforo, zinco, cobre e outros elementos essenciais (SOUZA et al., 2006). Também encontramos a associação entre um fungo e uma ou mais espécies de algas, os denominados fungos liquenizados, ou líquens, onde por meio de uma simbiose mutualística. Ambos formam um só corpo. Onde o fungo absorve e transfere boa parte da água e sais minerais para a alga, e a alga elabora carboidratos para ela e para o fungo, por meio da fotossíntese. Tais líquens servem como indicadores de qualidade atmosférica, assim como produzem diversas substâncias utilizadas como fármacos ou cosméticos (SOTÃO et al., 2004). Também existem associações simbióticas mutualísticas entre fungos e insetos, como as formigas do gênero *Atta*, que cultivam jardins de fungos em folhas cortadas. Onde o fungo irá se reproduzir e consumir a matéria orgânica vegetal e as formigas se alimentarão de partes tais fungos (SOTÃO et al., 2004).

Apesar da longa história evolutiva, o registro fóssil para estruturas de fungos além dos esporos é extremamente escasso, no entanto, o registro fóssil mais antigo de um cogumelo foi encontrado no Ceará, na região da Chapada do Araripe, datando 115 Milhões de anos (Figura 3), sendo assim, essa é a prova que os cogumelos coabitaram com os Dinossauros na época do grande continente *Gondwana*. (HEADS et al., 2017).



**Figura 3** - Fóssil de cogumelo encontrado na Chapada do Araripe.

**Fonte:** HEADS et al., 2017.

Os fungos representam o segundo maior grupo de eucariotos, ficando atrás somente dos insetos (HEADS et al., 2017). Aproximadamente 99.000 espécies de fungos estão catalogadas (KIRK et al., 2008), representando apenas 6,6% das 1,5 milhões de espécies estimadas no mundo (HAWKSWORTH, 2001). Devido ao modo de dispersão e a resistência de seus esporos, os mesmo estão presentes em praticamente todos os ambientes e ocupam qualquer nicho ecológico.(SINGER, 1965; FREITAS, 2011). Para os esporos germinarem, necessitam de condições idênticas às sementes, ou seja, calor e umidade. Após a germinação, no caso de fungos multicelulares, formam tubos germinativos que se ramificam em todos os sentidos (Figura 4), formando uma rede de filamentos, denominados hifas, que constituem o corpo vegetativo do fungo, também chamado de micélio (SILVEIRA, 1995).

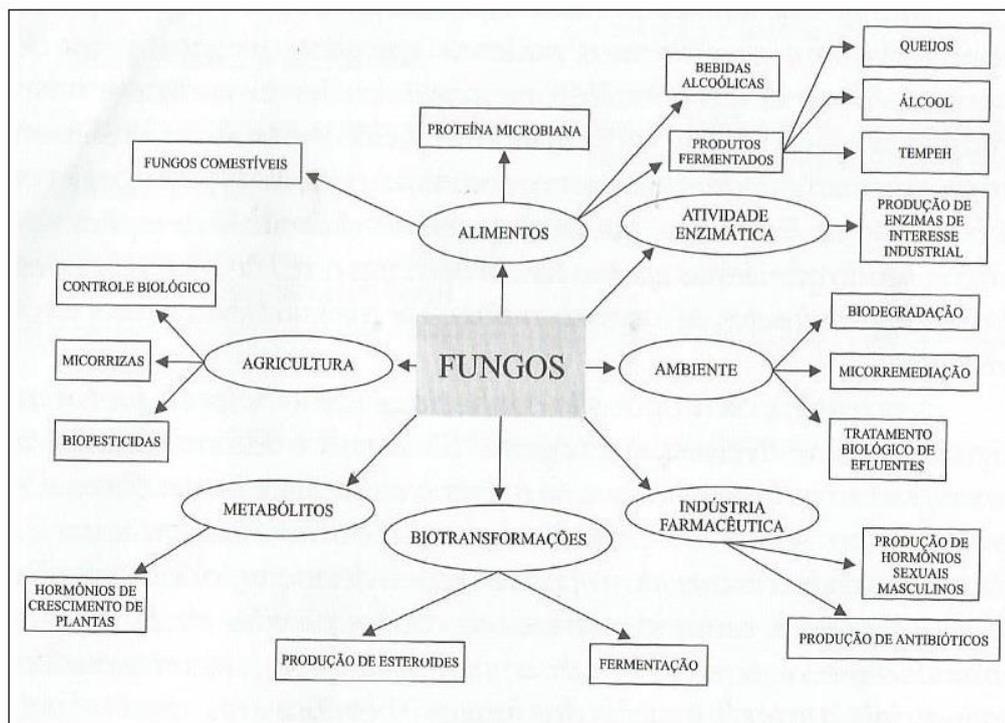


**Figura 4** - Micélio se ramificando a partir de galho.

Por serem heterotróficos, os fungos precisam absorver compostos orgânicos como fonte de energia para seu crescimento. Tal característica levou os fungos a evoluírem como saprófitos, alimentando-se de matéria orgânica morta, ou simbiotes, interagindo com outros organismos vivos (MACCHERONI et al., 2010), ou até mesmo como parasitas, estando ligados intimamente ao hospedeiro, penetrando e degradando seus tecidos para absorver substâncias essenciais para seu desenvolvimento (SILVEIRA, 1995).

Tais fungos têm um papel crucial em diversos ambientes, onde são responsáveis pela ciclagem de nutrientes e gênese do solo, servem de alimento para inúmeros moluscos, artrópodes e pequenos vertebrados, também atuam na detoxificação do solo, no estímulo da germinação de sementes, na mineralização dos elementos N, P, K, S, no transporte minerais e água entre solo e planta por meio das micorrizas. (FREITAS, 2011; MAIA & JUNIOR, 2005). Além disso, são muito usados pela humanidade desde a antiguidade, desde que foi feito o primeiro pão ou bebeu-se a primeira taça de vinho os humanos já tinham conhecimento sobre as propriedades desses organismos, assim como estavam cientes de como utilizá-los. Estima-se que os homens pré-históricos, há 300 Milhões de anos, utilizavam cogumelos na sua alimentação e medicina, os

quais até hoje são consumidos (FREITAS, 2011). Hoje eles se destacam principalmente na atuação como produtores de fármacos, sendo um dos mais conhecidos e importantes o gênero *Penicillium*, que por meio deste foi possível obter a Penicilina, um dos principais e mais importantes antibióticos criados até hoje (FERREIRA et al., 2008). Outros fungos também são utilizados na agricultura, com o intuito de controle biológico de insetos-praga e como bioinsumos, no caso dos fungos entomopatogênicos e dos fungos micorrízicos, respectivamente (COLWELL, 1992); na produção de enzimas de interesse industrial e de elevado valor econômico (celulases, lactases, xilanases, amilases e pectinases), na produção de etanol e bebidas fermentadas (ESPOSITO e AZEVEDO, 2010), dentre outros usos (Figura 5).



**Figura 5** - Potencial de utilização dos fungos.

**Fonte:** ESPOSITO e AZEVEDO, 2010.

Historicamente houveram muitas controvérsias para os fungos serem colocados em um reino a parte, somente nos últimos anos com o avanço das análises de sequências de DNA aliadas a morfologia e aspectos fisiológicos, possibilitaram a real delimitação do grupo. Sendo o reino Fungi exclusivo para organismos eucarióticos com modo de nutrição por absorção, os quais podem viver como sapróbios, parasitas e simbioses (MAIA & JUNIOR, 2010). Tal reino, se extinto, levaria a extinção da maioria das espécies que conhecemos atualmente, incluindo a humana, uma vez que sem os fungos os ciclos biológicos não seriam completados (SILVA & MALTA 2016). Sendo assim, é de extrema relevância o estudo e catalogação de espécies, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde o desmatamento de florestas ocorreram e ainda ocorrem com bastante frequência, ou seja, temos que catalogar as espécies antes que elas sejam extintas, assim como descobrir novas utilizações sustentáveis para os seres humanos. (SILVA & MALTA 2016).

A partir disso, é de suma importância a incorporação do reino Fungi nas políticas públicas nacionais e internacionais, com isso se fez necessário a delimitação do termo Funga (KUHAR et al., 2018), o qual é paralelo dos termos Fauna e Flora. Tais termos tem o intuito de facilitar medidas de conservação, proteção de habitats, proteção de espécies, além de facilitar a educação, ressaltando a relevância desses organismos. Pois, sendo o reino Fungi um dos maiores e mais diversos grupos de organismos da Terra o uso dos 3F (Fauna, Flora e Funga) é imprescindível para mostrar a relevância desses organismos ainda pouco conhecidos dentro, e principalmente, fora do mundo científico (KUHAR et al., 2018).

## **OBJETIVOS**

Registrar a biodiversidade de fungos de dois brejos de altitude do Ceará (maciços de Baturité e Uruburetama). Com o intuito conhecer as espécies que estão presentes na região, assim como registrar novas ocorrências de espécies/gêneros para o estado do Ceará ou para o Nordeste.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Área de estudo*

Este estudo foi realizado no Maciço de Baturité e no maciço de Uruburetama. O Maciço de Baturité é a maior Unidade de Conservação do estado do Ceará, onde a sua Área de Proteção Ambiental abrange 32.690 hectares distribuídos em 8 municípios (NASCIMENTO et al., 2010), já o Maciço de Uruburetama tem uma dimensão territorial de 973,43 km<sup>2</sup> (NASCIMENTO, 2018).

No Maciço de Baturité as coletas foram realizadas nas localidades do município de Mulungu, Sítio Gameleira (4°19.057'S, 38°56.059'W), no município de Guaramiranga, Remanso Hotel de Serra (4°24.347'S, 38°53.046'W), no município de Pacoti na trilha do Purgatório no Sítio São Luiz (4°13.355'S, 38°53.732'W). No Maciço de Uruburetama realizamos coleta nas matas da Comunidade Quilombola de Nazaré (3°33.772'S, 39°33.031'W) localizada no município de Itapipoca. A altitude desses locais varia entre 700 metros a 900 metros.

# Coleta de Fungos no maciço de Baturité e maciço de Uruburetama

Joedson Castro Pires



Áreas de coletas do maciço de Baturité (Pacoti, Guaramiranga, Mulungu) e no maciço de Uruburetama (Itapipoca)



Vista do interior da mata no maciço de Baturité



Vista do interior da mata no maciço de Uruburetama



Coleta de campo no período diurno



Coleta de campo no período noturno



Coleta de Macrofungos

1

# CAPÍTULO 1

## BIODIVERSIDADE DE MACROFUNGOS DOS MACIÇOS DE BATURITÉ E URUBURETAMA - CEARÁ



## RESUMO

Os fungos são importantes por possuírem diversos papéis ecossistêmicos, principalmente como decompositores e fixadores de nitrogênio atmosférico, também contribuem na reciclagem de minerais e carbono do solo. Devido seu modo de nutrição ser absorptivo, estão entre os principais decompositores da Terra, onde estima-se que milhões de toneladas de resíduos orgânicos são recicladas pelos fungos nos ambientes naturais. Neste estudo foram realizadas coletas de macrofungos em duas serras úmidas do estado do Ceará, no Maciço de Baturité e no Maciço de Uruburetama, com o objetivo de registrar a biodiversidade fúngica que ocorre nessa região de exceção em meio à semiaridez nordestina. Nesses locais foram realizadas 31 expedições a campo, onde por meio de busca ativa foram coletados 335 espécimes, os quais foram fotografados em campo, assim como foram preenchidas fichas de coleta descrevendo características macroscópicas e características do habitat de onde foram encontrados, sendo posteriormente levados para laboratório e herborizados. Dos 335 espécimes coletados foram identificados 77 espécimes, divididos em 37 espécies e 26 gêneros distintos. Dos quais foi constatado por meio de comparação de registros em quatro databases (GBIF, INaturalist, FloradoBrasil e speciesLink) que 27 espécies e 17 gêneros são o primeiro registro de ocorrência para o estado do Ceará, sendo uma espécie e um gênero também o primeiro registro de ocorrência para o Nordeste. Tais resultados são importantes visto a urgência da catalogação do mundo dos fungos, uma vez que são registrados um decréscimo alarmante na riqueza de espécies, assim como nas quantidades de indivíduos dessas espécies. Dessa forma este estudo é de suma importância para conhecermos a diversidade desses organismos no estado do Ceará, contudo, são necessários mais estudos para serem identificados o restante dos espécimes coletados, podendo até serem descritas nova espécies, visto o alto índice de endemismos para esses brejos de altitude do Ceará.

**Palavras Chave:** Cogumelos, Micologia, Nordeste

## INTRODUÇÃO

O estudo sistemático sobre os macrofungos no Brasil começou a partir de 1816, quando botânicos estrangeiros começaram a chegar ao Brasil e realizarem coletas, contudo, somente algumas dessas coletas foram realizadas na Floresta Atlântica. Em 1902, a micologia brasileira foi bastante enriquecida com a chegada de J. Rick, que estudou e coletou todos os grupos de macrofungos da região do Rio Grande do Sul, sendo batizado como o pai da micologia brasileira (MEIJER, 2008). Uma contribuição brasileira bastante importante para o estudo e coleta desses fungos na Floresta Atlântica ocorreu somente em 1938, com a fundação do Instituto de Botânica de São Paulo (MEIJER, 2008). Hoje, estima-se que sejam conhecidas cerca de 14.510 espécies de cogumelos no Brasil (LEWINSOHN & PRADO, 2005). Contudo, até o ano 2010 só tinha sido catalogadas em bancos de dados online 3.608 espécies, onde para o estado do Ceará constavam somente 106 registros fúngicos (MAIA e JUNIOR, 2010). Atualmente, no principal banco de dados brasileiro fúngico online (Flora do Brasil: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) só constam 5.719 espécies de fungos depositados em herbários no Brasil. Destacam-se como as cinco primeiras, pelo maior número de espécies registradas, os estados de São Paulo (1.846 spp.), Pernambuco (1.611 spp.), Rio Grande do Sul (1.377 spp.), Bahia (876 spp.), Amazonas (802 spp.), o Ceará ocupa a 15ª posição, com 213 registros (MAIA et al., 2015).

Tais macrofungos tem um grande potencial benéfico para uso humano, seja servindo como fontes de alimentos, medicamento, antibióticos, enzimas, pigmentos e outras substâncias, como afrodisíacas ou alucinógenas. Porém, também têm os seus aspectos negativos, sendo alguns venenosos, outros por apodrecerem madeira (seja em árvores vivas ou madeira de construção), tecidos de valor comercial, e outros ainda atacam plantas cultivadas (MEIJER, 2008). Segundo alguns estudos, os povos indígenas brasileiros utilizavam pelo menos 25 espécies de fungos como alimentos e/ou medicamentos. Porém esse conhecimento ainda é

bastante limitado, com poucas publicações de micólogos e etnobotânicos, os quais estudaram principalmente tribos que vivem na floresta amazônica (MEIJER, 2008).

Muitos cogumelos são considerados excelentes fontes de proteína, além de fortalecer e promover resistência contra diversos distúrbios orgânicos. Os cogumelos contêm mais proteínas que o vegetais, além disso a proteína dos cogumelos contém baixo nível de colesterol e gorduras, o que previne doenças cardiovasculares, ao contrário das proteínas de origem animal (carne, frango, ovos); também apresentam todos os aminoácidos essenciais à saúde humana, além de serem ricos em vitaminas e sais inorgânicos (URBEN, 2017). Atualmente, são conhecidas mais de 270 espécies de fungos consideradas de valor medicinal, sendo uma das principais e mais conhecidas mundialmente a *Ganoderma lucidum*, tendo efeitos antitumoral, antiviral, antioxidante, analgésico e antifadiga, também é utilizada contra artrites, Aids, hepatite B, entre outras enfermidades. Os povos asiáticos utilizam tais fungos há mais de 3.000 anos para obter suas propriedades nutricionais e farmacêuticas empiricamente descobertas (URBEN, 2017). O objetivo desse trabalho foi registrar a diversidade de fungos dos maciços de Baturité e Uruburetama, com o intuito de identificar macroscopicamente os espécimes e assinalar quais a ocorrência ainda não tinha sido registrada para o Ceará, assim como para o Nordeste.

## **MÉTODOS**

Foram realizadas 31 expedições à campo, no período de dezembro de 2017 a maio de 2019. A maior parte das coletas foram realizadas entre os meses de dezembro a maio (dez/17 a mai/18, dez/18 a mai/19), devido ao índice da quadra chuvosa do estado se concentrar nesse período, favorecendo as frutificações de fungos. As coletas foram realizadas na região do Maciço de Baturité nas localidades de Mulungu no Sítio Gameleira (4°19.057'S, 38°56.059'W); em Guaramiranga no Remanso Hotel de Serra (4°.24.347'S, 38°.93.046'W); em Pacoti na trilha

do Purgatório (4°13.355'S, 38°53.732'W); e no Maciço de Uruburetama na Comunidade Quilombola de Nazaré (3°33.772'S, 39°33.031'W) localizada no município de Itapipoca.

Tais coletas foram feitas de forma aleatória por busca ativa em meio a floresta. Nesses locais foram executadas coletas de campo no período diurno e noturno em buscas da biodiversidade fúngica local. As coletas no período noturno tiveram a finalidade de busca por fungos bioluminescentes - os quais não foram registrados nesse estudo.

Ao procurar por macrofungos, foram observados com mais atenção troncos mortos caídos ou em pé na vegetação, assim como a serrapilheira. Ao realizar a coleta dos fungos, foram preenchidas fichas de coleta contendo o número de coletor, informações sobre a morfologia e o habitat em que o espécime foi encontrado (Figura 6), também foram registradas fotografias dos espécimes, gerando assim um catálogo de todos os fungos coletados, possibilitando uma melhor organização e identificação dos espécimes. Em seguida os espécimes foram removidos do substrato com o auxílio de canivete ou espátula, colocados em caixa plástica com divisórias ou em potes coletor universal 80ml estéreis e levados para laboratório de Ecologia e Evolução, para serem inseridos na estufa de secagem durante 24-48h a uma temperatura de 40°C ou no dessecador com sílica por 96h-120h. Após a secagem foram acondicionados em sacos de polipropileno, e colocados junto com todas as anotações da coleta. Posteriormente foram enviadas amostras e suas respectivas fotos em campo para taxonomistas, os quais auxiliaram na identificação dos gêneros/espécies mais facilmente reconhecidos pela sua morfologia. Para a identificação de registro de ocorrência e por fitofisionomia realizamos comparações entre dados de quatro databases: GBIF ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)), INaturalist ([www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)), Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) e speciesLink (<http://www.splink.org.br/>), comparando os registros de ocorrência cadastrados em tais sites para o Estado do Ceará e para suas serras úmidas. Os espécimes foram depositados no herbário de Botânica da UNILAB (Sobczak, JCMSM- Curadora).

### FICHA DE COLETA DE FUNGOS MACROSCÓPICOS

**Coletor:** \_\_\_\_\_ **Nº de coleta:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
**Fotos:** \_\_\_\_\_ **Coordenadas:** \_\_\_\_\_  
**Local:** \_\_\_\_\_ **Bioma:** \_\_\_\_\_  
**Substrato:** ( ) inseto morto. ( ) serapilheira. ( ) serapilheira em folha. ( ) serapilheira em galhos.  
( ) tronco caído ( ) tronco caído bem decomposto. ( ) tronco de pé. ( ) entre briófitas.  
( ) árvore morta de pé. ( ) bambu. ( ) fezes. ( ) fruto ou semente. ( ) árvore viva. ( ) solo arenoso.  
( ) solo argiloso. ( ) solo argilo-arenoso ( ) outro: \_\_\_\_\_  
**Número de esporomas em mata:** \_\_\_\_\_  
**Número de esporomas coletados:** \_\_\_\_\_ imaturo. \_\_\_\_\_ maduro. \_\_\_\_\_ velho.  
**Dispersão:** ( ) solitário. ( ) gregário. ( ) disperso [ \_\_\_\_\_ cm de distância ]. ( ) aglomerado. ( ) conado.  
**Posição do esporoma no solo:** ( ) epigeo. ( ) hipógeo. ( ) subhipógeo.  
**Forma do esporoma:** ( ) agaricoide. ( ) poliporoide ( ) clavado. ( ) coraloide. ( ) crostoso. ( ) faloide.  
( ) peritécio [formato de garrafa]. ( ) apotécio [formato de taça]. ( ) gasteroide. ( ) gelatinoso.  
( ) ninho-de-passarinho ( ) outro: \_\_\_\_\_  
**Cheiro/Odor:** ( ) indiferente. ( ) peixe. ( ) rabanete ( ) farinha. ( ) outro: \_\_\_\_\_

Figura 6 - Ficha de coleta de fungos macroscópicos.

## RESULTADOS

Foram coletados 335 espécimes de macrofungos de diferentes classes taxonômicas. Primeiramente os espécimes coletados foram separados conforme seu Filo pertencente, mediante suas características macroscópicas, resultando em 246 espécimes pertencentes ao Filo Basidiomycota, 59 ao Filo Ascomycota e 25 não foram identificados.

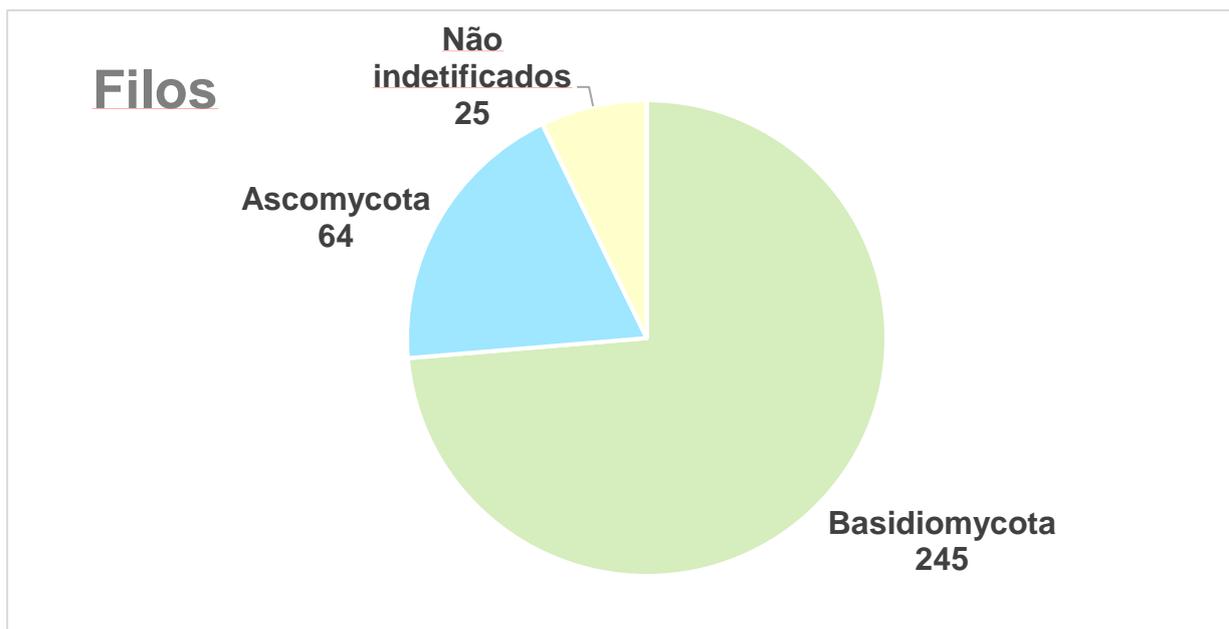
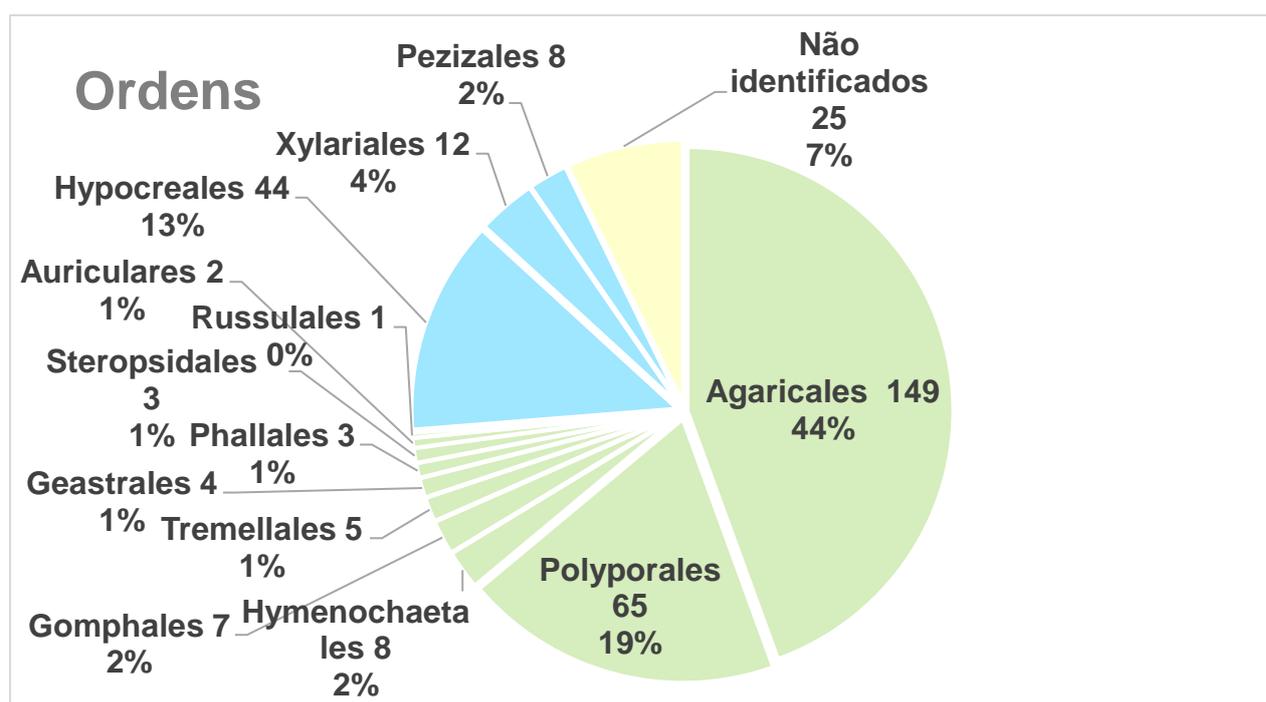


Gráfico 1 - Filos e números de espécimes coletados

Destes, foram identificadas 13 Ordens distintas, Agaricales sendo coletados 149 espécimes; Polyporales 65 espécimes; Hypocreales 44; Xylariales 12; Hymenochaetales com oito; Pezizales com oito espécimes coletados, Gomphales com sete, Tremellales com cinco, Geastrales com quatro, Stereopsidales com três, Phallales com três coletados, Auriculares com um, Russulales com um espécimes coletado. Conforme a tabela abaixo:



**Gráfico 2** - Ordens e números de espécimes coletados.

De tais Ordens, a nível das táxons de Gênero e Espécie foram identificados 77 espécimes, pertencendo a 37 espécies distintas e 26 gêneros distintos.

(Apesar da grande maioria dos fungos coletados da Ordem Hypocreales serem macrofungos, estes não estão sendo contabilizados nos resultados deste Capítulo. Pois serão abordados exclusivamente no Capítulo II).

Dos 63 espécimes distintos identificadas, foi constatado que 27 espécies e 17 gêneros são o primeiro registro de ocorrência para o estado do Ceará. Totalizando 44 espécimes como novos registros de ocorrência para nosso estado. Tais espécies são: *Amauroderma schomburgkii*,

*Cookeina tricholoma*, *Coprinus comatus*, *Cyptotrama asprata*, *Cymatoderma caperatum*, *Datronia caperata*, *Flabellophora obovata*, *Ganoderma applanatum*, *Gymnopus montagnei*, *Hymenochaete damicornis*, *Leucocoprinus brunneoluteus*, *Leucocoprinus fragilissimus*, *Marasmiellus cf. volvatus*, *Marasmius haematocephalus*, *Microporellus obovatus*, *Mycena acícula*, *Parasola cf. plicatilis*, *Phillipsia domingensis*, *Pleurotus djamor var. roseus*, *Polyporus varius*, *Stereopsis hiscens*, *Stereum Ostrea*, *Trametes villosa*, *Tremella fuciformis*, *Tremella mesentérica*, *Xylaria comosa* e *Xylaria cubensis*. Assim como os gêneros: *Amauroderma* spp., *Clavulinopsis*, *Clitocybe*, *Crepidotus*, *Encoelia*, *Favolaschia*, *Ganoderma*, *Gerronema*, *Hygrocybe* spp., *Lactarius*, *Lepiota*, *Marasmiellus*, *Marasmius*, *Pterula*, *Ramaria* spp., *Scutellinia* e *Trichaptum* também são o primeiro registro de ocorrência para o estado do Ceará.

Além disso, destes espécimes, uma espécie e um gênero também são o primeiro registro de ocorrência para o Nordeste: *Tremella mesenterica*; *Encoelia*.

Nas tabelas abaixo podemos observar as espécies e gêneros coletados e seu registro de ocorrência:

ESPÉCIE	LOCAL DE COLETA	REGISTRO DE OCORRÊNCIA
<i>Amauroderma schomburgkii</i> (Mont. & Berk.) Torrend	Maçiço de Uruburetama - Itapipoca	1º registro para o Ceará
<i>Aseroe floriformis</i> Baseia & Calonge.	Maçiço de Baturité - Guaramiranga	Já registrado para o Ceará
<i>Auricularia nigricans</i> (Bull.) Quél.	Maçiço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Cookeina tricholoma</i> (Mont.) Kuntze.	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	Maçiço de Uruburetama - Itapipoca	1º registro para o Ceará
<i>Cyptotrama asprata</i> (Berk.) Re-dhead & Ginns.	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Cymatoderma caperatum</i> (Berk. & Mont.) D.A. Reid.	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará

<i>Datronia caperata</i> (Berk.) Ryvar- den.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Flabellophora obovata</i> (Jungh.) Corner.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Gymnopus montagnei</i> (Berk.) Re- dhead.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Hexagonia variegata</i> Berk.	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará
<i>Hymenochaete damicornis</i> (Link) Lév.	Maciço de Baturité- Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Leucocoprinus brunneoluteus</i> Ca- pelari & Gimenes.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Berk. & MACurtis) Pat.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Marasmiellus cf. volvatus</i> Singer.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Marasmius haematocephalus</i> (Mont.) Fr.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Microporellus obovatus</i> (Jungh.) Ryvarden.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Mycena acicula</i> Mont.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Parasola cf. plicatilis</i> (Curtis) Re- dhead, Vilvalys & Hopple.	Maciço de Baturité - Guaramiranga	1º registro para o Ceará
<i>Phallus indusiatus</i> (Vent: Pers)	Maciço de Baturité - Pacoti.	Já registrado para o Ceará
<i>Phillipsia domingensis</i> Berk.	Maciço de Urubure- tama - Itapipoca	1º registro para o Ceará
<i>Pleurotus djamor var. roseus</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Polyporus dictyopus</i> Mont.	Maciço de Urubure- tama e Maciço de Batu- rité - Itapipoca e Mu- lungu	Já registrado para o Ceará
<i>Polyporus guianensis</i> Mont.	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará
<i>Polyporus tenuiculus</i> (P. Beauv.) Fr.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Polyporus varius</i> (Pers.) Fr.	Maciço de Baturité de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará

<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	Maciço de Baturité de Uruburetama - Itapipoca	Já registrado para o Ceará
<i>Stereopsis hiscens</i> (Berk. & Ravenel) D.A.Reid.	Maciço de Baturité de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Stereum Ostrea</i> (Blume & T.Nees) Fr.	Maciço de Baturité - Guaramiranga	1º registro para o Ceará
<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Tremella fuciformis</i> Berk.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Tremella mesenterica</i> Retz.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Nordeste
<i>Xylaria comosa</i> (Mont.) Fr.	Maciço de Baturité de Uruburetama - Itapipoca	1º registro para o Ceará
<i>Xylaria cubensis</i> (Mont.) Fr.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará

**Tabela 1** - Espécimes identificados até nível de Espécie.

<b>GÊNERO</b>	<b>LOCAL DE COLETA</b>	<b>REGISTRO DE OCORRÊNCIA</b>
<i>Amauroderma</i> sp. 1 Murrill.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Amauroderma</i> sp. 2 Murrill.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	1º registro para o Ceará
<i>Amauroderma</i> sp. 3 Murrill.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Auricularia</i> Bull.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Calvatia</i> Fr.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Clavulinopsis</i> Overem.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Clitocybe</i> (Fr.) Staude.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Crepidotus</i> (Fr.) Staude	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Cyathus</i> sp. 1 Haller.	Maciço de Uruburetama e Maciço de Baturité - Itaipoca e Mulungu	Já registrado para o Ceará
<i>Cyathus</i> sp. 2 Haller.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Encoelia</i> (Fr.) P.Karst.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	1º registro para o Nordeste
<i>Favolaschia</i> (Berk. & MACurtis) Pat.	Maciço de Baturité - Guaramiranga	1º registro para o Ceará
<i>Favolus</i> P. Beauv .	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará
<i>Fuscoporia</i> sp. 1 Murrill.	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará
<i>Fuscoporia</i> sp. 2 Murrill.	Maciço de Baturité - Guaramiranga	Já registrado para o Ceará
<i>Ganoderma</i> sp. 1 P.Karst.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	1º registro para o Ceará
<i>Ganoderma</i> sp. 2 P.Karst.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Geastrum</i> sp. 1 Pers.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Geastrum</i> sp. 2 Pers.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	Já registrado para o Ceará
<i>Gerronema</i> Singer.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Hygrocybe</i> sp. 1 (Fr.) P.Kumm.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	1º registro para o Ceará
<i>Hygrocybe</i> sp. 2 (Fr.) P.Kumm.	Maciço de Baturité - Guaramiranga	1º registro para o Ceará

<i>Hygrocybe</i> sp. 3 (Fr.) P.Kumm.	Maciço de Baturité - Guaramiranga	1º registro para o Ceará
<i>Lactarius</i> Pers.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	1º registro para o Ceará
<i>Lepiota</i> P. Browne.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Lycoperdon</i> P. Micheli.	Maciço de Uruburetama e Maciço de Baturité - Itaipoca e Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Marasmiellus</i> Murrill.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	1º registro para o Ceará
<i>Marasmius</i> Fr.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Oudemansiella</i> Speg.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Pterula</i> Fr.	Maciço de Baturité - Guaramiranga	1º registro para o Ceará
<i>Ramaria</i> sp. 1 Fr. ex Bonord.	Maciço de Baturité - Mulungu	1º registro para o Ceará
<i>Ramaria</i> sp. 2 Fr. ex Bonord.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	1º registro para o Ceará
<i>Scutellinia</i> (L.) Lambotte.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Trichaptum</i> Murrill.	Maciço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Ceará
<i>Xylaria</i> sp. 1 Hill ex	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará
<i>Xylaria</i> sp. 2 Hill ex Schrank.	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará
<i>Xylaria</i> sp. 3 Hill ex Schrank.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Xylaria</i> sp. 4 Hill ex Schrank.	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	Já registrado para o Ceará
<i>Xylaria</i> sp. 5 Hill ex Schrank	Maciço de Uruburetama - Itaipoca	Já registrado para o Ceará
<i>Xylaria</i> sp. 6 Hill ex Schrank	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará

**Tabela 2** - Espécimes identificados até Gênero.

# Macrofungos do maciço de Baturité e maciço de Uruburetama, Ceará

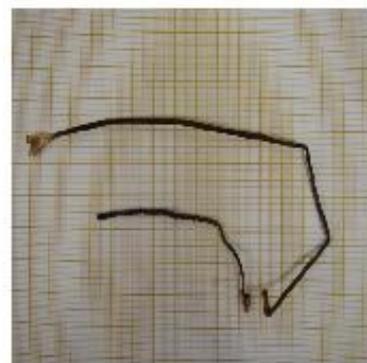
Joedson Castro Pires



*Amauroderma schomburgkii*



*Amauroderma schomburgkii*



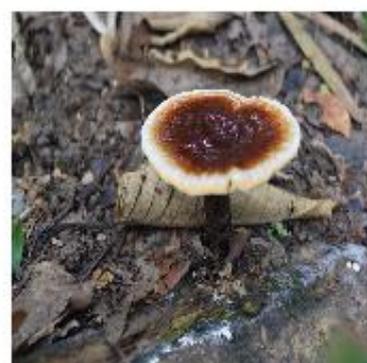
*Amauroderma* sp. 1



*Amauroderma* sp. 1



*Amauroderma* sp. 2



*Amauroderma* sp. 3



© Jober Sobczak  
*Aseroe floriformis*



© Jober Sobczak  
*Aseroe floriformis*



*Auricularia nigricans*



*Auricularia* sp.  
© Jober Sobczak



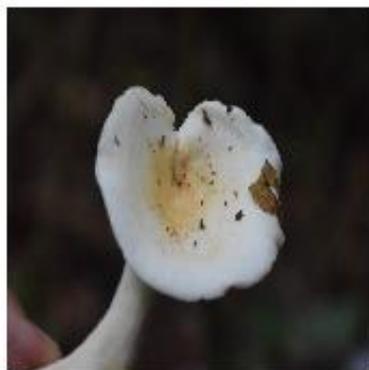
*Calvatia* sp.



*Calvatia* sp.



*Clavulinopsis* sp.



*Clitocybe* sp.



*Clitocybe* sp.



*Cookeina tricholoma*  
© Jober Sobczak



*Cookeina tricholoma*  
© Jober Sobczak



*Cookeina tricholoma*  
© Jober Sobczak



*Coprinus comatus*



*Crepidotus* sp.



*Crepidotus* sp.



*Cyathus sp.1*



*Cyathus sp.2*



*Cyathus sp.2*



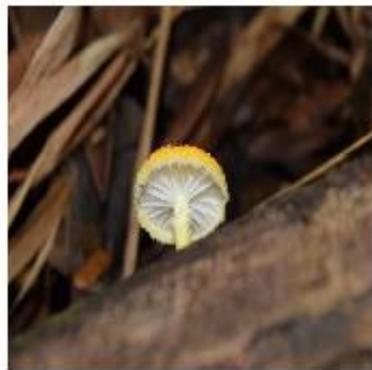
*Cymatoderma caperatum*



*Cymatoderma caperatum*



*Cyptotrampa asprata*



*Cyptotrampa asprata*



*Datronia caperata*



*Encoelia sp.*



*Favolaschia sp.*



*Favolus sp.*



*Favolus sp.*

**3**



*Fuscoporia* sp. 1



*Fuscoporia* sp. 1



*Fuscoporia* sp. 2



*Ganoderma applanatum*



*Ganoderma applanatum*



*Ganoderma* sp. 1



*Ganoderma* sp. 1



*Ganoderma* sp. 2



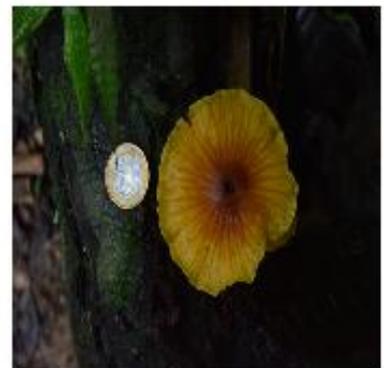
*Geastrum* sp. 1



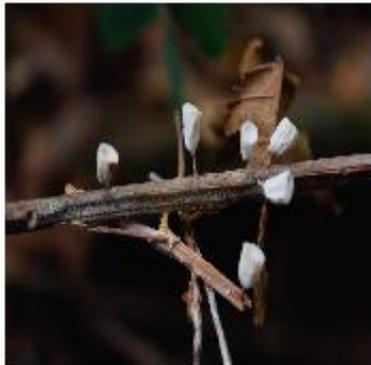
*Geastrum* sp. 2



*Gerronema* sp.



*Gerronema* sp.



*Gymnopus montagnei*



*Hexagonia variegata*



*Hygrocybe* sp. 1



© Jober Sobczak  
*Hygrocybe* sp. 2



© Jober Sobczak  
*Hygrocybe* sp. 2



© Jober Sobczak  
*Hygrocybe* sp. 3



*Hymenochaete damicornis*



*Lactarius* sp.



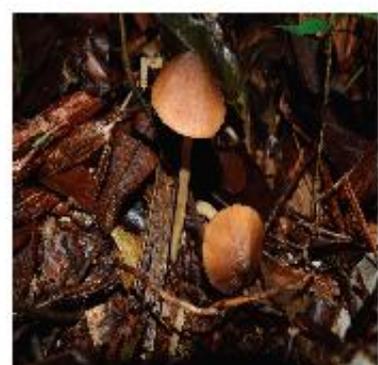
*Lactarius* sp.



© Jober Sobczak  
*Lentinus crinitus*



© Jober Sobczak  
*Lentinus crinitus*



*Lepiota* sp. 1



*Leucocoprinus brunneoluteus*



*Leucocoprinus brunneoluteus*



*Leucocoprinus fragilissimus*



*Leucocoprinus fragilissimus*



*Lycoperdon* sp.  
© Jöber Sobczak



*Marasmiellus* cf. *volvatus*



*Marasmiellus* sp.



*Marasmius haematocephalus*



*Marasmius haematocephalus*



*Marasmius* sp.  
© Jöber Sobczak



*Microporellus obovatus*



*Mycena acicula*  
© Jöber Sobczak



*Oudemansiella* sp.



*Oudemansiella* sp.



*Parasola* cf. *plicatilis*



*Phallus indusiatus*  
© Jober Sobczak



*Phillipsia domingensis*  
© Jober Sobczak



*Phillipsia domingensis*  
© Jober Sobczak



*Phylloporia spathulata*



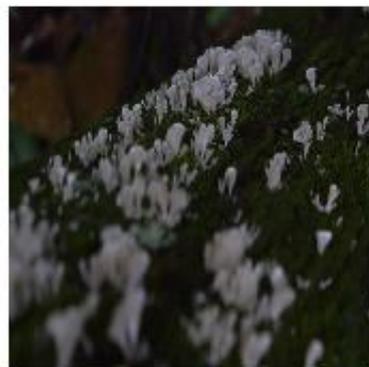
*Phylloporia spathulata*



*Pleurotus djamor* var. *roseus*



*Pleurotus djamor* var. *roseus*



*Podoscypha* sp.



*Podoscypha* sp.



*Polyporus dictyopus*



*Polyporus guianensis*



*Polyporus guianensis*



*Polyporus tenuiculus*



*Polyporus tenuiculus*



*Polyporus varius*



*Polyporus varius*



*Pterula* sp.



*Pycnoporus sanguineus*



*Pycnoporus sanguineus*



*Ramaria* sp. 1



*Ramaria* sp. 1



*Ramaria sp. 2*



*Ramaria sp. 2*



*Schizophyllum commune*



*Schizophyllum commune*



*Scutellinia sp.*



*Stereopsis hiscens*



*Stereopsis hiscens*



*Stereum ostrea*



*Stereum ostrea*

© Jaber Sobczak



*Trametes villosa*



*Trametes villosa*



*Tremella fuciformis*



*Tremella mesenterica*



*Trichaptum* sp.



*Xylaria comosa*



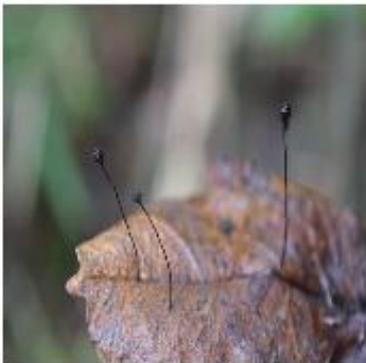
*Xylaria cubensis*



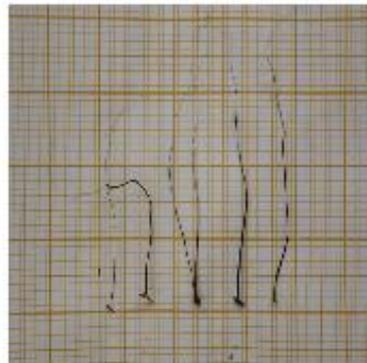
*Xylaria cubensis*



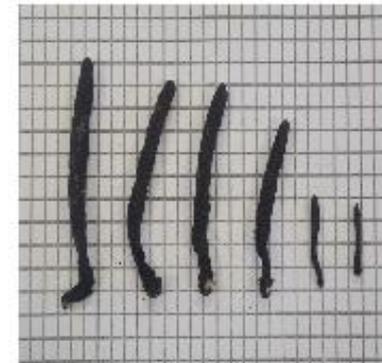
*Xylaria cubensis* - assexuado



*Xylaria* sp. 1



*Xylaria* sp. 2



*Xylaria* sp. 3



*Xylaria* sp. 4



*Xylaria* sp. 5



*Xylaria* sp. 6

Os 27 espécimes coletados já registradas para o Ceará anteriormente, pertencem a dez espécies distintas *Aseroe floriformis*, *Auricularia nigricans*, *Hexagonia variegata*, *Lentinus crinitus*, *Pycnoporus Sanguineus*, *Phallus indusiatus*, *Polyporus dictyopus*, *Polyporus guianensis*, *Polyporus tenuiculus* *Schizophyllum commune* e nove gêneros distintos: *Auricularia*, *Calvatia*, *Cyathus* spp. *Favolus*, *Fuscoporia* spp., *Geastrum* spp., *Lycoperdon*, *Oudemansiella*, *Xylaria* spp.. Contudo, apesar de já terem sido registradas para o estado, 11 foram o primeiro registro por fitofisionomia para o maciço de Baturité (*Aseroe floriformis*, *Auricularia*, *Auricularia nigricans*, *Hexagonia variegata*, *Lentinus crinitus*, *Phallus indusiatus*, *Polyporus dictyopus*, *Polyporus guianensis*, *Calvatia*, *Favolus*, *Oudemansiella*) e três foram o primeiro registro por fitofisionomia para o Maciço de Uruburetama (*Cyathus*, *Fuscoporia*, *Lycoperdon*). Conforme a tabela abaixo:

ESPÉCIE/GÊNERO	LOCAL DE COLETA	REGISTRO DE OCORRÊNCIA	REGISTRO DE OCORRÊNCIA POR FITOFISIONÔMIA
<i>Aseroe floriformis</i> Baseia & Calonge, 2005	Maciço de Baturité - Guaramiranga	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Auricularia</i> Bull	Maciço de Baturité - Pa- coti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Auricularia nigri- cans</i> (Bull.) Quél.	Maciço de Baturité - Pa- coti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Calvatia</i> Fr.	Maciço de Baturité - Pa- coti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Cyathus</i> Haller.	Maciço de Baturité e Maciço de Uruburetama - Pacoti e Itapipoca	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Uruburetama
<i>Favolus</i> P. Beauv.	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Fuscoporia</i> Murrill.	Maciço de Uruburetama e Maciço de Baturité - Itapipoca e Pacoti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Uruburetama

<i>Geastrum</i> Pers.	Maciço de Uruburetama e Maciço de Baturité - Itapipoca e Pacoti	Já registrado para o Ceará	Já registrado para as serras úmidas do estado
<i>Hexagonia variegata</i> Berk., 1852	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Lycoperdon</i> P. Micheli.	Maciço de Uruburetama e Maciço de Baturité - Itapipoca e Pacoti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Uruburetama
<i>Oudemansiella</i> Speg.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Pycnoporus Sangui-neus</i> (Fr.) Murr.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará	Já registrado para o Maciço de Baturité
<i>Phallus indusiatus</i> (Vent: Pers)	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Polyporus dictyopus</i> Mont.	Maciço de Uruburetama e Maciço de Baturité - Itapipoca e Mulungu	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Polyporus guianensis</i> Mont.	Maciço de Baturité - Mulungu	Já registrado para o Ceará	1º registro para o Maciço de Baturité
<i>Polyporus tenuiculus</i> (P. Beauv.) Fr.	Maciço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará	Sem informação
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	Maciço de Uruburetama - Itapipoca	Já registrado para o Ceará	Já registrado para as serras úmidas do estado
<i>Xylaria</i> Hill ex Schrank	Maciço de Uruburetama e Maciço de Baturité - Itapipoca, Pacoti, Guaramiranga, Mulungu	Já registrado para o Ceará	Já registrado para o Maciço de Baturité

**Tabela 3** - Espécimes já registrados para o Ceará / Registro de ocorrência por Fitofisionomia.

## DISCUSSÃO

Diante dos resultados encontrados podemos observar a importância desses brejos de altitude para o estudo de fungos na nossa região. Uma vez que essas áreas são consideradas de grande interesse ecológico devido à alta biodiversidade (CAVALCANTE, 2005).

Atualmente, no principal banco de dados brasileiro fúngico online (Flora do Brasil: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) constam 5.719 espécies de fungos depositados em herbários no Brasil, sendo 2.741 espécies de Basidiomycota e 1.881 espécies de Ascomycota (MAIA et al.,

2015). Destacam-se como os cinco primeiros, pelo maior número de espécies registradas, os estados de São Paulo (1.846 spp.), Pernambuco (1.611 spp.), Rio Grande do Sul (1.377 spp.), Bahia (876 spp.), Amazonas (802 spp.), já o Ceará ocupa a 15ª posição, com 213 registros (MAIA et al., 2015), conforme podemos observar na figura abaixo:

States	Number of fungal species	
	2010	2015
São Paulo	1161	1846
Pernambuco	937	1611
Rio Grande do Sul	856	1377
Bahia	584	876
Amazonas	408	802
Paraná	529	761
Santa Catarina	482	700
Rio de Janeiro	443	678
Minas Gerais	399	601
Pará	302	442
Paraíba	261	441
Alagoas	290	320
Roraima	75	292
Sergipe	215	245
Ceará	106	213
Rio Grande do Norte	148	202
Piauí	139	193
Roraima	75	183
Mato Grosso	135	180
Maranhão	52	173
Goiás	104	165
Distrito Federal	77	161
Amapá	88	154
Mato Grosso do Sul	82	122
Acre	61	106
Espírito Santo	45	92
Tocantins	5	25

**Figura 7.** Número de espécies fúngicas por Estado (em ordem decrescente de registros) na primeira versão da Lista Brasileira de Plantas e Fungos (Maia & Carvalho Jr. 2010) e a atual número (2015).

**Fonte:** MAIA et al., 2015.

Nesse estudo realizamos o primeiro registro de 44 espécimes para o Ceará (27 espécies e 17 gêneros), sendo dois espécimes (*Tremella mesentérica* e *Encoelia* sp.) também o primeiro registro para o Nordeste.

Das identificadas que já tinha sido anteriormente registrada para o estado, 11 foram o primeiro registro por fitofisionomia para o Maciço de Baturité (*Aseroe floriformis*, *Auricularia*, *Auricularia nigricans*, *Hexagonia variegata*, *Lentinus crinitus*, *Phallus indusiatus*, *Polyporus dictyopus*, *Polyporus guianensis*, *Calvatia*, *Favolus*, *Oudemansiella*) e três foram o primeiro registro por fitofisionomia para o Maciço de Uruburetama (*Cyathus*, *Fuscoporia*, *Lycoperdon*).

Isto posto, podemos observar o quão ainda são pouco estudados os fungos presentes no estado do Ceará, visto que foram identificadas até o nível taxonômico de gênero/espécie cerca de 22% (74) do total de espécimes coletados (335), e apesar disso grande parte destes identificados foram o primeiro registro para o Ceará e alguns até para o Nordeste.

Com isso vemos a importância da preservação e a realização de mais estudos nesses locais de exceção ainda pouco explorados cientificamente em meio ao nordeste. Tais locais abrigam uma grande diversidade nichos ecológicos a serem explorados pelos mais distintos organismos, em meio a essa teia de relações, muitas vezes simbióticas, os fungos realizam seu principal papel natural, reciclando os nutrientes e os devolvendo para o solo para que possam ser novamente absorvidos por outros seres vivos e assim continuar o ciclo da vida.

Atualmente é urgente a catalogação do mundo dos fungos, visto os registros referentes ao decréscimo alarmante na riqueza de espécies, assim como nas quantidades de indivíduos dessas espécies (MEIJER, 2008).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos proprietários do Sítio São Luís - Instituto cultural e histórico, em Pacoti; ao Sítio Gameleira, em Mulungu; e ao Hotel Vale da Serra, todos no estado do Ceará; Agradeço também ao Me. Douglas Couceiro e a Dra. Susanne Sourell que me ajudaram com identificação dos espécimes coletados. E ao CNPq, órgão que financiou esta pesquisa, dando condições para minha dedicação a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- CAVALCANTE, A. **Jardins suspensos no sertão. No alto de elevações abastecidas por chuvas que vêm do litoral.** Rev. Scientific American, [Ceará] ed. 32, jan. 2005. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MCTI/jardins-suspensos>. Acesso em: 28 mar. 2018.
- LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **How many species are there in brazil?** Conservation Biology, [s. l.] v. 19, n. 3, p. 619-624, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00680.x>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/229719401\\_How\\_Many\\_Species\\_Are\\_There\\_in\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/229719401_How_Many_Species_Are_There_in_Brazil). Acesso em: 10 nov. 2018
- MAIA, L.C.; JUNIOR, A.A.C. **Introdução: os fungos do Brasil.** In: FORZZA, R.C. org., et al. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, p. 43-48, 2005. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol1.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

MAIA L.C.; JÚNIOR A.A.C.; CAVALCANTI L.H.; GUGLIOTTA A.M., DRECHSLER-SANTOS E.R.; SANTIAGO A.L.M, CÁCERES M.E.S.; GIBERTONI T.B.; APTROOT A.; GIACHINI A.J.; SOARES A.M.S.; SILVA A.C.G.; MAGNAGO A.C.; GOTO B.T.; LIRA C.R.S.; MONTOYA C.A.S; PIRES-ZOTTARELLI C.L.A; SILVA D.K.A.; SOARES D.J.; REZENDE D.H.C.; LUZ E.D.M.N.; GUMBOSKI E.L.; WARTCHOW F.; KARSTEDT F.; FREIRE F.M.; COUTINHO F.P.; MELO G.S.N.; SOTÃO H.M.P.; BASEIA I.G.; PEREIRA J.; OLIVEIRA J.J.S.; SOUZA J.F.; BEZERRA J.L.; NETA L.S.A; PFENNING L.H.; GUSMÃO L.F.P; NEVES M.A.; CAPELARI M.; JAEGER M.C.W.; PULGARÍN M.P.; JUNIOR N.M; MEDEIROS P.S.; FRIEDRICH R.C.S.; CHIKOWSKI R.S.; PIRES R.M.; MELO R.F.; SILVEIRA R.M.B.; URREA-VALENCIA S.; CORTEZ V.G. & SILVA V.F.

**Diversity of Brazilian Fungi.** *Rodriguésia* 66(4): 1033-1045. 2015

<http://rodriguesia.jbrj.gov.br>. DOI: 10.1590/2175-7860201566407

MEIJER, A.A.R. de. **Notable macrofungi from Brazil's Paraná pine forrest = Macrofungos**

**notáveis das florestas de Pinheiro-do-paraná** / André August Remi de Meijer; Tradução de Maria Angela Lopes de Almeida Amazonas; Ilustração de Diana Marliete Carneiro Marques et al. – Colombo, PR : Embrapa Florestas, 2008.

URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: Biotecnologia**

**e aplicações na agricultura e na saúde.** editora técnica. 3. ed. rev. e ampl. - Brasília, DF:

Embrapa, 2017

## CAPÍTULO II

### BIODIVERSIDADE DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS DOS MACIÇOS DE BATURITÉ E URUBURETAMA - CEARÁ.



## RESUMO

Os fungos entomopatogênicos pertencem a 90 gêneros, onde mais de 700 espécies estão descritas, sendo conhecidos por formar relações parasíticas com diversas ordens de artrópodes, causando cerca de 80% das doenças desses insetos. Em alguns casos, tais fungos manipulam o comportamento destes indivíduos para aumentar seu valor adaptativo, conduzindo o hospedeiro para um local com microclima adequado e em que ocorra uma dispersão mais eficiente de seus esporos, aumentando, assim, a transmissão para novos hospedeiros. Neste estudo realizamos a coleta de fungos entomopatogênicos em duas serras úmidas do estado do Ceará, no Maciço de Baturité e no Maciço de Uruburetama, com o intuito de registrar a biodiversidade fúngica desses brejos de altitude. Nesse locais realizamos 31 expedições a campo, onde por meio de busca ativa foram coletados 44 espécimes distintos de fungos entomopatogênicos parasitando distintos artrópodes, os quais foram fotografados em campo, assim como foram preenchidas fichas de coleta descrevendo características macroscópicas e características do habitat de onde foram encontrados, sendo posteriormente levados para laboratório e herborizados. Foram identificados 20 espécimes. Cujo sete: *Beauveria*, *Gibellula* spp., *Metarhizium*, *Moelleriella*, *Ophiocordyceps camponoti-renggeri*, *Ophiocordyceps humberti* e *Torrubiella* foram o primeiro registro de ocorrência para o Nordeste e duas: *Cordyceps* spp., *Isaria farinosa* para o Ceará. A partir disso podemos ter uma noção da diversidade desses organismos nas serras de altitude do Ceará. Dessa forma são necessários mais estudos nessas e em outras serras úmidas do nosso estado, principalmente pelos baixos índices de registros de fungos, e principalmente fungos entomopatogênicos, para o Ceará e para a região Nordeste.

**Palavras Chave:** Espécies, Hospedeiros, Parasitas, Nordeste

## INTRODUÇÃO

Os artrópodes começaram a habitar a Terra à cerca de 420 milhões de anos, desde então se diversificaram e hoje constituem a metade da diversidade global de espécies (ARAÚJO & HUGHES, 2016). Simultaneamente, outro grande grupo que estava colonizando a terra eram os fungos, em determinado momento tais fungos começaram a formar associações parasíticas com artrópodes (ARAÚJO & HUGHES, 2016). Hoje, tais fungos são denominados de fungos entomopatogênicos, os quais são organismos que evoluíram para parasitar artrópodes (ARAÚJO & HUGHES, 2016). Esses fungos podem apresentar uma grande variedade morfológica, filogenética e ecológica, sendo encontrados distribuídos entre cinco dos oito filos de fungos, pertencendo a 90 gêneros e cerca de 700 espécies, porém, supõe-se que a maioria das espécies ainda estejam desconhecidas (ARAÚJO & HUGHES, 2016). Esses fungos são conhecidos por parasitar uma grande quantidade de hospedeiros, dentre as ordens: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Orthoptera, Isoptera, Blattodea, Odonata, Mantodea e Dermaptera, e outros artrópodes, tal como às aranhas (EVANS, 1982). Em alguns casos, tais fungos manipulam de forma adaptável o comportamento destes indivíduos para aumentar seu valor adaptativo. Conduzindo o hospedeiro para um local com microclima adequado e a uma altura considerável, o que resulta em uma dispersão mais eficiente de seus esporos, aumentando assim, a infecção de novos hospedeiros (ARAÚJO & HUGHES, 2016; HUGHES & ARAÚJO, 2016).

Essa manipulação de comportamento é bem conhecida para espécies de fungos Ascomycota, como o exemplo das formigas do gênero *Camponotus* (Hymenoptera) que após serem infectadas pelo fungo *Ophiocordyceps unilateralis* (Ascomycota: Ophiocordycipitaceae) são induzidas a fixarem suas mandíbulas na parte abaxial das folhas no alto de arbustos, de modo a maximizar a área de dispersão dos esporos fúngicos. Porém, a grande questão é como um organismo sem cérebro pode controlar um com cérebro (HUGHES & ARAÚJO, 2016;

SOBCZAK et al., 2017). Tal manipulação pode ser considerada como um fenótipo estendido do parasita, devido o fungo se especializar em manipular uma espécie de hospedeiro, ao ponto do comportamento deste hospedeiro não ser ocasionado pela expressão de seus genes, mas sim dos genes do parasita que o infectam, desta forma, o parasita se utiliza do hospedeiro apenas como um veículo para transmitir seus genes a novos hospedeiros ou habitats, aumentando assim seu valor adaptativo (DAWKINS, 1982; HUGHES, 2013). A contaminação destes hospedeiros ocorre após entrarem em contato com os esporos do fungo, que inicia o seu processo de germinação ao atingir o tegumento do hospedeiro (EVANS, 1988). A morte dos insetos ocorre de quatro a cinco dias após a infecção, quando as hifas se desenvolvem e invadem os órgãos internos, assim como ocorre a produção de micotoxinas e o bloqueio mecânico do aparelho digestivo, ocasionado pela ramificação do micélio. Quando os nutrientes internos se esgotam, as hifas se expandem para fora do corpo do hospedeiro, recobrando seu tegumento, sob as condições apropriadas ocorre a produção dos conídios, que serão disseminados principalmente a partir do vento para infectar outros insetos (ALVES, 1998).

Os hospedeiros desses fungos estão distribuídos em 20 das 31 ordens de insetos, em todos os estágios de desenvolvimento. Tal variedade de nichos resultou em uma enorme biodiversidade, pois proporcionou uma evolução morfológica errática entre os parasitas, onde hoje a maioria ainda permanece desconhecida (ARAÚJO & HUGHES, 2016). Os fungos entomopatogênicos são um dos campos menos estudados em biodiversidade fúngica e por isso são um dos maiores reservatório fúngicos não registrados. (VEGA & BLACKWELL, 2005). Este estudo teve como objetivo realizar a identificação da biodiversidade de fungos entomopatogênicos no Maciço de Baturité e no Maciço de Uruburetama, assim como assinalar quais espécimes a ocorrência ainda não tinha sido registrada para o Ceará, assim como para o Nordeste.

## MÉTODOS

As coletas foram realizadas na região do Maciço de Baturité e Maciço de Uruburetama, onde foram realizadas um total de 31 expedições à campo, no período de dezembro de 2017 a maio de 2019. Nesses locais realizamos coletas de forma aleatória por busca ativa em meio a mata, onde ao procurar por esses fungos buscávamos observar folhas de arbustos, palmeiras e lianas. Ao realizar a coleta dos fungos foram preenchidas fichas de coleta contendo o número de coletor, informações sobre sua morfologia e o habitat em que o espécime foi encontrado, também foram registradas fotografias dos espécimes, gerando assim um catálogo de todos os fungos coletados. Os fungos entomopatogênicos no momento da coleta foram colocados em potes coletor universal 80ml estéreis ou microtubos de 1,5ml estéreis com o auxílio de pinças também estéreis e levados para laboratório para serem inseridos no dessecador com sílica durante 96h. Após a secagem foram acondicionados em sacos de polipropileno, e colocados junto com todas as anotações da coleta. Posteriormente foram enviadas amostras e suas respectivas fotos em campo para taxonomistas, os quais nos auxiliaram na identificação dos gêneros/espécies. Para a identificação de registro de ocorrência e por fitofisionomia realizamos comparações entre dados de três databases: GBIF ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)), Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) e INaturalist ([www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)), comparando os registros de ocorrência cadastrados em tais sites para o Estado do Ceará e para suas serras úmidas.

Em laboratório também realizamos testes-piloto de cultivo de alguns desses fungos entomopatogênicos em meio de cultivo ASD (Agar, Sabourand, Dextrose), o qual foi inserido em placas de Petri e inoculados em câmara de fluxo laminar utilizando alça de platina fina flambada para efetuar a coleta dos esporos do corpo dos artrópodes. A incubação foi feita em temperatura de bancada, mantendo as placas a 24-26°C por 5 a 7 dias. Após o desenvolvimento micelial, se verificada a presença de contaminantes o cultivo era isolado. Com o cultivo estabelecido foi possível a realização de testes piloto de patogenicidade dos fungos em

artrópodes. Onde partes do micélio e o artrópode hospedeiro (no caso, um aracnídeo) foram depositados em potes de 40ml e observados por 15 dias. Porém o hospedeiro não apresentou indícios de infecção. Contudo, com o cultivo em laboratório foi possível observar o crescimento micelial do fungo, assim como foi possível conhecer mais sobre as peculiaridades e condições necessárias para o desenvolvimento e a reprodução desses fungos ocorrerem com sucesso em laboratório.

Os espécimes foram depositados no herbário da UNILAB (Sobczak, JCMSM- Curadora), contribuindo assim para um maior conhecimento sobre a biodiversidade local, possibilitando mostrar a importância desses seres para o equilíbrio dos ecossistemas e suas possíveis utilidades na sociedade.

## RESULTADOS

Foram coletados 44 espécimes distintos de fungos entomopatogênicos parasitando distintos artrópodes. Dos quais foram identificados 20 espécimes. Pertencendo a quatro espécies distintas: *Isaria farinosa*, *Ophiocordyceps camponoti-atricipis*, *Ophiocordyceps camponoti-renggeri*, *Ophiocordyceps humberti* e oito gêneros distintos: *Beauveria*, *Cordyceps* spp., *Gibellula* spp., *Metarhizium*, *Moelleriella*, *Ophiocordyceps* e *Torrubiella*.

Foi verificado que cinco gêneros e quatro espécie são o primeiro registro de ocorrência para o Ceará: *Beauveria*, *Cordyceps*, *Gibellula* spp., *Metarhizium*, *Moelleriella*, *Isaria farinosa*, *Ophiocordyceps camponoti-renggeri*, *Ophiocordyceps humberti* e *Torrubiella*, destes, quatro gêneros e três espécies também são o primeiro registro de ocorrência para a Região Nordeste, sendo: *Beauveria*, *Gibellula* spp., *Metarhizium*, *Moelleriella*, *Ophiocordyceps camponoti-renggeri*, *Ophiocordyceps humberti* e *Torrubiella*.

ESPÉCIE	HOSPEDEIRO	LOCAL DE COLETA	REGISTRO DE OCORRÊNCIA
<i>Beauveria</i> Vuill.	Coleóptero	Maçiço de Baturité - Mulungu	1º Registro para o Nordeste
<i>Cordyceps</i> sp. 1 (Fr.) Link.	Cigarrinha (Cicadellidae)	Maçiço de Uruburetama - Itaipoca	1º Registro para o Ceará
<i>Cordyceps</i> sp. 2 (Fr.) Link.	Lagarta <i>Cicinnus callipius</i>	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Ceará
<i>Cordyceps</i> sp. 3 (Fr.) Link.	Orthoptero	Maçiço de Baturité - Mulungu	1º Registro para o Ceará
<i>Cordyceps</i> sp. 4 (Fr.) Link.	Pulpa de Lepidóptero	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Ceará
<i>Cordyceps</i> sp. 5 (Fr.) Link.	Pulpa de Lepidóptero	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Ceará
<i>Cordyceps</i> sp. 6 (Fr.) Link	Larva de Lepidóptero	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Ceará
<i>Cordyceps</i> sp. 7 (Fr.) Link	Pulpa de Lepidóptero	Maçiço de Baturité - Mulungu	1º Registro para o Ceará
<i>Gibellula</i> sp. 1 Cavara.	Aranha Macrophytes pacoti	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Nordeste
<i>Gibellula</i> sp. 2 Cavara.	Aracnídeo	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Nordeste
<i>Gibellula</i> sp. 3 Cavara.	Aracnídeo	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Nordeste
<i>Gibellula</i> sp. 4 Cavara.	Aracnídeo	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Nordeste
<i>Isaria farinosa</i> (Holmsk.) Fr.	Pulpa de Lepidóptero	Maçiço de Baturité - Mulungu	1º Registro para o Ceará

<i>Metarhizium</i> Sorokin.	Coleóptero	Maçiço de Baturité - Mulungu	1º Registro para o Nordeste
<i>Moelleriella</i> Bres.	Não identificado	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º registro para o Nordeste
<i>Ophiocordyceps</i> Petch.	Formiga	Maçiço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Ophiocordyceps camponotiatricipis</i> JPM Araújo, HCEvans & DPHughes	Formiga <i>Camponotus atriceps</i>	Maçiço de Baturité - Pacoti	Já registrado para o Ceará
<i>Ophiocordyceps camponotirenggeri</i> JPM Araújo, HCEvans, RKepler & DPHughes	Formiga <i>Camponotus renggeri</i>	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Nordeste
<i>Ophiocordyceps humberti</i> (CPRobin) GHSung, JMSung, Hywel-Jones e Spatafora	Vespas <i>Agelaia pallipes</i> ; <i>Polybia chrysothorax</i> e <i>Apoica flavissima</i> .	Maçiço de Baturité - Pacoti	1º Registro para o Nordeste
<i>Torrubiella</i> Boud.	Opilião <i>Auranus</i> sp.	Maçiço de Uruburetama - Itaipoca	1º Registro para o Nordeste

**Tabela 4** - Espécies/gêneros identificados e registro de ocorrência.

Foi observado uma grande quantidade das interações envolvendo as formigas do gênero *Camponotus* parasitadas pelo fungo *Ophiocordyceps unilateralis* e aranhas da espécie *Macrophyes pacoti* parasitadas pelo fungo do gênero *Gibellula*, sendo coletadas mais de 200 espécimes de cada interação para outros estudos. Também foram coletadas 45 lagartas *Cicinnus callipius* parasitadas por fungo do gênero *Cordyceps*, 21 Opiliões parasitados por fungos do gênero *Torrubiella*, 21 pulpas de lepidópteros não identificados parasitados por fungo do gênero *Isaria Farinosa*, 15 vespas de diferentes gênero parasitadas pelo fungo *Ophiocordyceps humberti*, assim como seis aracnídeos não identificados parasitados por fungos não identificados, seis Coleópteros não identificados parasitados por fungos não identificados, três Lepidópteros, um Embioptera e dois Vespidae não identificados parasitados por fungos também não

identificados. Neste estudo foram herborizados somente de 1 a 2 espécimes de cada gênero/espécie coletado.

# Fungos entomopatogênicos dos maciços de Baturité e Uruburetama, Ceará

Joedson Castro Pires



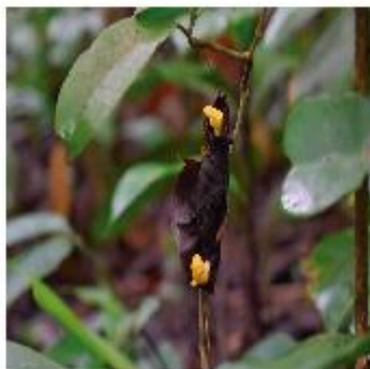
*Beauveria* em Coleoptero



*Beauveria* em Coleoptero



*Cordyceps* sp. 1 em Cigarrinha (Cicadellidae)



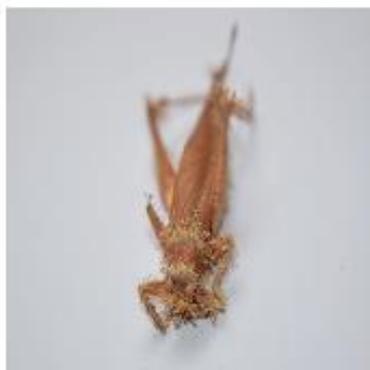
*Cordyceps* sp. 2 em lagarta *Cicinnus callipus*



*Cordyceps* sp. 2 em lagarta *Cicinnus callipus*



*Cordyceps* sp. 3 em Orthoptero



*Cordyceps* sp. 3 em Orthoptero



*Cordyceps* sp. 3 em Orthoptero



*Cordyceps* sp. 4 em pulpa de Lepidóptero

1



*Cordyceps* sp. 4 em pulpa



*Cordyceps* sp. 5 em pulpa de Lepidóptero



*Cordyceps* sp. 6 em pulpa de Lepidóptero



*Cordyceps* sp. 7



*Gibellula* sp. 1 em Aranha *Macrophyes pacoti*



*Gibellula* sp. 1 em Aranha *Macrophyes pacoti*



*Gibellula* sp. 2 em Aracnideo



*Gibellula* sp. 3 em Aracnideo



*Gibellula* sp. 4 em Aracnideo



*Isaria farinosa* em larva de Lepidóptero



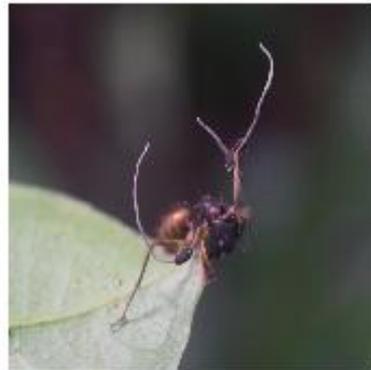
*Metarhizium* sp. 1 em Coleoptero



*Moelleriella* sp. em artrópode não identificado



*Ophiocordyceps* sp.  
em Formiga



*Ophiocordyceps camponoti-atricipis*  
em Formiga *Camponotus atriceps*



*Ophiocordyceps camponoti-atricipis*  
em Formiga *Camponotus atriceps*



*Ophiocordyceps camponoti-renggeri*  
em Formiga *Camponotus renggeri*



*Ophiocordyceps humberti*  
em *Vespa Agelaia pallipes*



*Ophiocordyceps humberti*  
em *Vespa Polybia chrysothorax*



*Ophiocordyceps humberti*  
em *Vespa Apoica flavissima*



*Torrubiella* sp. em Opilião *Auranus* sp.



*Torrubiella* sp. em Opilião *Auranus* sp.



sp. 1 Não identificado em  
artrópode não identificado



sp. 2 Não identificado em  
artrópode não identificado



sp. 3 Não identificado  
em Embioptera



sp. 4 não identificado em Tabanidae



sp. 5 Não identificado em Vespidae



sp. 6 Não identificado em Vespidae



sp. 7 Não identificado em Bombyliidae



sp. 8 Não identificado em Grilo



sp. 9 Não identificado em lagarta



sp. 10 Não identificado em lagarta



sp. 11 Não identificado em pulpa de lepidóptero



sp. 12 Não identificado em Coleoptero



sp. 13 Não identificado em Coleoptero



sp. 14 Não identificado em Coleoptero



sp. 15 Não identificado em Coleoptero



sp. 16 Não identificado em Coleoptero



sp. 17 Não identificado em Coleoptero



sp. 17 Não identificado em Coleoptero



© Jober Sobczak  
sp. 18 Não identificado em Aranha  
*Macrophyes pacoti*



sp. 19 Não identificado em Aracnídeo



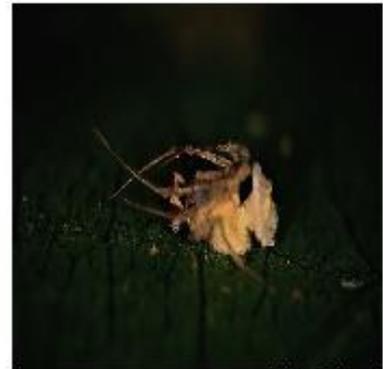
© Jober Sobczak  
sp. 20 Não identificado em Aracnídeo



© Jober Sobczak  
sp. 21 Não identificado em Aracnídeo



© Jober Sobczak  
sp. 22 Não identificado em Aracnídeo



© Jober Sobczak  
sp. 23 Não identificado em Aracnídeo



© Jober Sobczak  
sp. 24 Não identificado em Aracnídeo

## DISCUSSÃO

Foi encontrada uma grande diversidade de fungos entomopatogênicos parasitando diferentes artrópodes. As interações prevalentes observadas em campo foram registradas envolvendo fungos do complexo *Ophiocordyceps unilateralis* (Ophiocordycipitaceae: Hypocreales) em formigas da tribo *Camponotus* (Formicinae: Formicidae) e fungos do gênero *Gibellula* (Ascomycota: Cordycipitaceae) em aranhas da espécie *Macrophyes pacoti* (Araneae: Aracnida). Foi encontrada uma maior quantidade dessas interações em uma faixa de altitude a partir de 800m acima do nível do mar. Presumimos que nessa altitude tais fungos encontrem índices termohigrômetros favoráveis para seu desenvolvimento.

A interação entre *Camponotus* e *Ophiocordyceps unilateralis* é bem documentada em diversas florestas das regiões tropicais do globo terrestre, o que ressalta a ampla distribuição geográfica. Nesta interação após a formiga entrar em contato com esporos do fungo, esses germinarão sobre sua cutícula queratinosa e invadem a hemocele, no momento em que o micélio fúngico atinge o sistema nervoso central da formiga o fungo passa a conduzir a formiga a subir em arbustos do sub-bosque da floresta, e encontrando um local com microhabitat adequado ocorre o “*death grip*”, no qual a formiga prende suas mandíbulas na nervura central ou bordas da parte abaxial de uma folha e morre. Após alguns dias o corpo de frutificação emerge, e é formado o ascocarpo, onde ocorre a produção de esporos que irão ser lançados ao vento e no chão, e ao entrar em contato com novas formigas não infectadas o ciclo de vida do fungo se reinicia. Muitas vezes são encontradas zonas de epizootia – o que pode ser chamado de cemitérios - em meio a floresta, onde são visualizadas uma grande quantidade de formigas infectadas em uma pequena área (HUGHES & ARAÚJO, 2016; MORA et al., 2017).

Devido as formigas contribuírem com 50% da biomassa animal em florestas tropicais tais fungos ocuparam um nicho ecológico pouco explorado por outros seres vivos. Desta forma,

tais fungos realizam o controle destes insetos nos ambientes florestais (ARAÚJO et al., 2018). Desta mesma maneira, nessas florestas também são encontrados fungos hiperparasitas, que realizam o controle populacional dos fungos *Ophiocordyceps*, onde foi observado que os corpos de frutificação dos fungos parasitas ficam incapazes de liberar seus esporos por causa do hiperparasitismo, e dessa forma reduzindo o impactos destes parasitas nas populações de *Camponotus* (ANDERSEN et al., 2012; ARAÚJO et al., 2018).

Com as observações e coletas de dados em campo também conseguimos comprovar a manipulação comportamental ocasionada por fungos do gênero *Gibellula* (Ascomycota: Cordycipitaceae) em aranhas da espécie *Macrophyes pacoti*, além da manipulação comportamental de vespas do gênero *Agelaia* (Hymenoptera: Vespidae) induzida pelo fungo entomopatogênico *Ophiocordyceps humberti* (Ascomycota: Ophiocordycipitaceae). Para comprovar tal manipulação de comportamento, no caso das aranhas, realizamos medidas comparativas da altura desses artrópodes em relação ao solo, e concluímos que quando estavam parasitadas as mesmas se encontravam a mais do dobro da altura dos que não estavam parasitados. Já para as vespas, o fato de elas estarem fixadas em folhas pela mandíbula (*death grip*) foi crucial para a constatação de manipulação comportamental.

Também descobrimos novas interações com grande potencial de controle biológico na agricultura, como lagarta *Cicinnus callipius* (Lepidoptera: Mimallonidae) que é considerada no Nordeste uma importante praga nos cultivos de cajueiro, sendo parasitada por fungo do gênero *Cordyceps* (Ascomycota: Cordycipitaceae). Onde todos os hospedeiros foram encontrados em suas folhas de abrigo e fixados na vegetação pela porção apical dessa estrutura por fios de sustentação constituído de seda, tecidos pelas lagartas antes de empuparem. O fungo se desenvolve cobrindo todo o corpo da lagarta e matando-a dentro desse abrigo. Após a morte do hospedeiro, o fungo cresce rompendo as paredes do abrigo ou, mesmo nas porções apicais, deixando as suas estruturas reprodutivas expostas e prontas para lançarem esporos no ambiente.

Essa estratégia é importante porque como o hospedeiro usa de um abrigo praticamente selado para se proteger, caso o fungo crescesse somente dentro dessa estrutura, isso iria diminuir as chances de contaminação de outros hospedeiros, pois os esporos permaneceriam dentro do abrigo. Nas últimas décadas o cultivo do cajueiro *Anacardium occidentale* L. vem passando por diversos problemas fitossanitários nas diferentes áreas produtoras (TEIXEIRA, 1991). Um dos principais problemas fitossanitários é o ataque promovido durante a sua floração e brotação por lagartas da espécie *Cicinnus callipius* Schaus 1928 (Lepidoptera: Mimallonidae). Além de reduzir a área foliar, a lagarta também consome as inflorescências e as novas brotações, comprometendo diretamente a quantidade da produção (MESQUITA et al., 2009; TEIXEIRA, 1991). Sendo a região Nordeste do Brasil a principal produtora da castanha-de-caju, representando cerca de 90% do total produzido no Brasil (SERRANO & PESSOA 2016), é de suma importância estudos para desenvolver métodos de controle eficientes de tal praga nesses cultivos. Atualmente para efetuar o controle deste inseto, usa-se inseticidas organofosforados, como o dibrom, methidathion, malathion, monocrotophos, toxafeno e o phosphamidon (BASTOS, 1976). Porém o uso abusivo desses agentes pode também provocar diversos distúrbios nos ecossistemas, entre os quais estão o aumento da resistência das populações de insetos, contaminação dos lençóis freáticos, rios, lagos e ainda sim trazer sérias consequências aos seus consumidores e agricultores (ERTHAL, 2011).

São necessários mais estudos com o intuito de identificar os espécimes que ainda não foram identificados até o final deste estudo, assim como a identificação das espécies daqueles que só foram identificadas até nível de gênero.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos proprietários do Sítio São Luís - Instituto cultural e histórico, em Pacoti; ao Sítio Gameleira, em Mulungu; e ao Hotel Vale da Serra, todos no estado do Ceará; Agradeço também ao Dr. João P. M. Araújo que me ajudou com a identificação dos fungos. Ao CNPq, órgão que financiou esta pesquisa, dando condições para minha dedicação a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, S. B. ed. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.
- ANDERSEN, S.B.; FERRARI, M.; EVANS, H.C.; ELLIOT, S.L.; BOOMSMA, J.J.; HUGHES, D.P. **Disease Dynamics in a Specialized Parasite of Ant Societies**. PLoS ONE. v. 7, ed. 5, May 2012. Acesso em: 06 abr. 2019.
- ARAÚJO, J.P.M.; EVANS, H.C.; KEPLER, R.; HUGHES, D.P. **Zombie-ant fungi across continents: 15 new species and new combinations within Ophiocordyceps. I. Myrmecophilous hirsutelloid species**. Studies In Mycology 90: 1–42. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2017.12.002>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- ARAÚJO, J.P.M.; HUGHES, D.P. **Diversity of Entomopathogenic Fungi: Which Groups Conquered the Insect Body?** Advances in Genetics, [Estados Unidos], v. 94, p. 1-39, 2016. DOI: 10.1016/bs.adgen.2016.01.001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/299157770\\_Diversity\\_of\\_Entomopathogenic\\_Fungi\\_Which\\_Groups\\_Conquered\\_the\\_Insect\\_Body](https://www.researchgate.net/publication/299157770_Diversity_of_Entomopathogenic_Fungi_Which_Groups_Conquered_the_Insect_Body). Acesso em: 09 jun. 2018.

BASTOS, J.A.M. **Controle da lagarta saia-justa do cajueiro, *cicinnus callipius schaus*, com inseticidas orgânicos sintéticos, em laboratório.** Ciên. Agron., 6 (1-2) 55-60. Dezembro de 1986 – Fortaleza-Ceará

DAWKINS, R. **The Extended Phenotype - The Gene as the Unit of Selection.** University of Oxford. Oxford University Press. New York, 1982.

ERTHAL, M - **Controle biológico de insetos pragas** – In: I Seminário Mosaico Ambiental: Olhares sobre o ambiente. Campo dos Goytacazes/RJ, 2011

EVANS, H. C. 1988. **Coevolution of entomogenous fungi and their insect hosts.** In K. A. Pirozynski, & D. L. Hawksworth (Eds.), *Coevolution of fungi with plants and animals* (pp. 149e171). London Academic Press.

EVANS, H.C. **Entomogenous fungi in the tropical forest ecosystems: na appraisal.** *Ecological Entomology*, 7: 47-60, 1982.

HUGHES, D. **Pathways to understanding the extended phenotype of parasites in their hosts.** *The Journal of Experimental Biology* 216, 142-147. 2013. Disponível em: doi:10.1242/jeb.077461. Acesso em: 04 abr. 2019.

HUGHES, D.P.; ARAÚJO, J.P.M.; LORETO, G.P.; QUEVILLON, L.; de BEKKER, C; EVANS, H.C. **From So Simple a Beginning: The Evolution of Behavioral Manipulation by Fungi.** *Advances in Genetics*, [Estados Unidos], v. 94, p. 437-469, 2016.

MESQUITA, A.L.M.; FANCELLI, M.; BRAGA-SOBRINHO, R. **Importância, Comportamento e Sugestões de Manejo da Lagarta-saia-justa em Cultivo Orgânico de Cajueiro-anão.** Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, p. 4, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/580695/1/cot146.pdf>. Acessado em: 20 out. 2018.

MORA, M.A.E; CASTILHO, A.M.C.; FRAGA, M.E. **Classification and infection mechanism of entomopathogenic fungi.** Agricultural Microbiology. Arq. Inst. Biol., v.84, 1-10, e0552015, 2017. DOI: 10.1590/1808-1657000552015. Acesso em: 28 mar. 2019

SERRANO, L.A.L.; PESSOA, P.F.A.P. **Aspectos econômicos da cultura do cajueiro.** Sistema de Produção Embrapa. Embrapa Agroindústria Tropical. Ed. 2. Jul/2016. ISSN 1678-8702 1 [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportle](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportle)

SOBCZAK, J.F.; COSTA, L.F.A.; CARVALHO, J.L.V.R.; SALGADO-NETO, G.; MOURA-SOBCZAK, J.C.M.S.; MESSAS, Y.F. **The zombie ants parasitized by the fungi *Ophiocordyceps camponotiaticripis* (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae): new occurrence and natural history.** Mycosphere 8 (9): 1261–1266, 2017. ISSN 2077 7019. [www.mycosphere.org](http://www.mycosphere.org)

TEIXEIRA, L.M.S.; MELO, Q.M.S.; MESQUITA, A.L.M.; FREIRE, F.C.O. **Recomendações para o controle de pragas e doenças do cajueiro.** Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico, Fortaleza, CE, fev. n. 2, p. 1-5, 1991. Disponível em: [http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3625.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3625.pdf). Acesso em: 20 set. 2018.

VEGÁ, F.E.; BLACKWELL, M. **Insect-fungal associations: Ecology and evolution.** Oxford, Oxford University Press, fev. 2005. DOI: 10.1017/s0953756205212807. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/5818/Blackwell%20and%20Vega%20-%20Seven.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2018.

## DISCUSSÃO GERAL

Nesse trabalho foram identificados um total 96 espécimes a nível taxonômico de gênero/espécie, contudo, deste total, 23 espécimes que foram identificados somente até gênero se repetem mais de uma vez (podemos citar como exemplo *Cordyceps* spp., o qual foram encontrados sete espécimes distintos morfológicamente), contudo, se contabilizados somente espécimes distintos a nível taxonômico de gênero/espécie, estes ficam divididos em 62 espécimes de Macrofungos distintos (Capítulo I) e 11 espécimes de Fungos Entomopatogênicos distintos (Capítulo II).

Destes, foram registrados como primeira ocorrência para o Ceará um total de 53 espécimes, sendo 44 espécimes de Macrofungos: *Amauroderma schomburgkii* (depositado no Herbário de Botânica da UNILAB 1012), *Cookeina tricholoma* (HBU 1065), *Coprinus comatus*, *Cyptotrama asprata* (HBU 1200), *Cymatoderma caperatum* (HBU 1199), *Datronia caperata*, *Flabellophora obovata*, *Ganoderma applanatum* (HBU 1251), *Gymnopus montagnei* (HBU 1072), *Hymenochaete damicornis* (HBU 1090), *Leucocoprinus brunneoluteus* (HBU 1206), *Leucocoprinus fragilissimus* (HBU 1202), *Marasmiellus cf. volvatus* (HBU 1038), *Marasmius haematocephalus* (HBU 1177), *Microporellus obovatus* (HBU 1034), *Mycena acícula* (HBU 1035), *Parasola cf. plicatilis*, *Phillipsia domingensis* (HBU 1128), *Pleurotus djamor var. roseus* (HBU 1219), *Polyporus varius* (HBU 1032), *Stereopsis hiscens* (HBU 1049), *Stereum Ostrea* (HBU 1095), *Trametes villosa* (HBU 1070), *Tremella fuciformis* (HBU 1231), *Tremella mesentérica* (HBU 1235), *Xylaria comosa* (HBU 1007) e *Xylaria cubensis* (HBU 1023). Assim como os gêneros: *Amauroderma* spp. (HBU 1111; 1026; 1027), *Clavulinopsis* (HBU 1080), *Clitocybe* (HBU 1218), *Crepidotus* (HBU 1197), *Encoelia* (HBU 1129), *Favolaschia*, *Ganoderma* (HBU 1185), *Gerronema* (HBU 1251), *Hygrocybe* spp. (HBU 1135; 1139), *Lactarius* (HBU 1102), *Lepiota*, *Marasmiellus* (HBU 1099), *Marasmius*, *Pterula* (HBU 1082), *Ramaria* spp. (HBU 1100; 1073), *Scutellinia* (HBU 1262) e *Trichaptum* (HBU 1269), dessas

quais duas também foram o primeiro registro para o Nordeste (*Tremella mesenterica*; *Encoelia*) e nove Fungos entomopatogênicos: *Beauveria* (depositado no Herbário de Botânica da UNILAB 1012) , *Cordyceps* (HBU 1164; 1165), *Gibellula* spp. (HBU 1149; 1153; 1168), *Metarhizium* (HBU 1155), *Moelleriella* (HBU 1254), *Isaria farinosa* (HBU 1167), *Ophiocordyceps camponoti-renggeri*, *Ophiocordyceps humberti* (HBU 1163, 1191) e *Torrubiella* (HBU 1192), destes, quatro gêneros e três espécies também são o primeiro registro de ocorrência para a Região Nordeste (*Beauveria*, *Gibellula* spp., *Metarhizium*, *Moelleriella*, *Ophiocordyceps camponoti-renggeri*, *Ophiocordyceps humberti* e *Torrubiella*).

Deste modo, com este estudo, o estado do Ceará tem um total de 266 registros de espécimes (213 já registrados anteriormente somados com os 53 espécimes registrados pela primeira vez nesse estudo), com isso, subindo uma posição na lista de espécimes catalogadas por estado brasileiros, ocupando a 14ª posição. (MAIA, et al., 2015)

Além disso, dos espécimes coletados neste estudo já descritos para o Ceará anteriormente, nove foram o primeiro registro por fitofisionomia para o Maciço de Baturité (*Aseroe floriformis* (depositado no HBU 1250), *Auricularia nigricans* (HBU 1170), *Hexagonia variegata*, *Phallus indusiatus*, *Polyporus dictyopus* (HBU 1033), *Polyporus guianensis* (HBU 1063), *Calvatia* (HBU 1050), *Favolus*, *Oudemansiella* (HBU 1230)) e três foram o primeiro registro por fitofisionomia para o Maciço de Uruburetama (*Cyathus* (HBU 1013), *Fuscoporia* (HBU 1076; 1096), *Lycoperdon* (HBU 1106).

Contudo, o total dos espécimes identificados neste estudo representam apenas 28,7% do total de espécimes coletados. Desta forma, são necessários novos estudos para a identificação do restante coletado, assim como buscar a identificação a nível de espécie dos que já foram identificados até gênero, pois assim, pode-se realizar novos registro de ocorrência para nosso estado ou até descobrir espécies ainda não catalogadas pela ciência, principalmente pelo alto índice de endemismos de espécies nas serras úmidas do Ceará. Isto posto, também se torna

imprescindível o uso da taxonomia a nível molecular, por meio de extração de DNA, visto a eficácia deste método para a identificação de espécies já descritas, assim como para identificação de novas espécies.

O estudo sobre tais fungos é de grande importância para conhecermos a diversidade de espécies que estão presentes na nossa região, potencialmente podendo ser utilizados com diversas finalidades, desde a alimentação, produção de fármacos, na micorremediação, na agricultura ao se utilizar dos fungos micorrízicos, assim como na formulação de bioinseticidas contra pragas agrícolas, substituindo os inseticidas químicos, os quais são altamente nocivos aos ecossistemas (ERTHAL, 2011), dentre outras finalidades. Os fungos mantem o equilíbrio da natureza, seja falando em relação ao controle de populações de artrópodes, no caso dos fungos entomopatogênicos, ou até mesmo em relação aos ciclos biológicos, uma vez que sem os fungos esses ciclos não seriam completados, ocasionando o desaparecimento da maioria das espécies existentes, já que eles são responsáveis pela transformação de moléculas orgânicas em substâncias que podem ser absorvidas pelos vegetais (SILVA & MALTA, 2016).

O continuo avanço antrópico sobre os recursos naturais disponíveis nessas florestas põe em risco a sobrevivência desses organismos, assim como põe em risco também a nossa existência, visto a importância destes organismos. Um dos maiores problemas ambientais do século XXI é a alta taxa de extinção de espécies, causada principalmente pela degradação de habitats, logo, é dever dos novos e antigos pesquisadores explorarem essas serras úmidas, afim de conhecer a diversidade desses ambientes, descobrindo novas espécies ou descobrindo novas formas de utilização das espécies conhecidas. Além disto, é de suma importância a divulgação científica desses resultados em espaços formais e não-formais, sendo esta atividade uma ferramenta imprescindível para estimular a conscientização da população que vivem nessas serras ou ao seu redor, para que os mesmos possam também auxiliar no combate ao desmatamento, poluição, caça clandestina e outras atividades que degradam esses ecossistemas de exceção.

Pois apesar da espécie humana parecer superior às demais, ela depende intrinsecamente de todas as outras para habitar o planeta Terra. Segundo Richard Dawkins (1976), “já nascemos com um gene egoísta. [...] A vida só será inteligente quando compreendermos a razão de nossa própria existência”. Então sejamos egoístas pelo bem de nossa espécie, preservando esses ambientes que agem diretamente no nosso bem-estar. Pois é justamente nesses locais que por meio de inventários da Fauna, Flora e Funga, novos conhecimentos surgem, e conseqüentemente, as inovações e avanços tecnológicos e farmacológicos.

## **CONCLUSÃO**

Esse é um dos primeiros trabalhos que realizou a catalogação das espécies de fungos das serras úmidas do Ceará. Contribuindo assim de forma direta para o conhecimento da diversidade destes organismos no Nordeste.

A grande diversidade de fungos encontrada ressalta a importância da preservação desses brejos de altitude, assim como incentiva a realização de mais estudos nesses locais. Principalmente quando falamos em relação do reino Fungi, que ainda pouco se tem conhecimento da biodiversidade desses organismos no Brasil e principalmente no Ceará.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. FEALQ, Piracicaba, SP, 1998.

ANDRADE-LIMA, D. **Present-Day forest refuges in Northeastern Brazil**. In: Prance G.T. (Ed) *Biological diversification in the Tropics*. Plenum Press, New York, p. 245-251, 1982.

ARAÚJO, F.S.; GOMES, V.S.; LIMA-VERDE, L.W.; FIGUEIREDO, M.A.; BRUNO, M.M.A.; NUNES, E.P.; OTUTUMI, A.T.; RIBEIRO, K.A. **Efeito da variação topoclimática na composição e riqueza da flora fanerogâmica da serra de Baturité, Ceará**. In: OLIVEIRA, T.S., ARAÚJO, F.S. (eds) *Diversidade e conservação da biota na serra de Baturité, Ceará*. Fortaleza, Ceará, Edições UFC/Coelce, p. 140-162, 2016.

ARAÚJO, J.P.M.; HUGHES, D.P. **Diversity of Entomopathogenic Fungi: Which Groups Conquered the Insect Body?** *Advances in Genetics*, [Estados Unidos], v. 94, p. 1-39, 2016.  
DOI: 10.1016/bs.adgen.2016.01.001. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/299157770\\_Diversity\\_of\\_Entomopathogenic\\_Fungi\\_Which\\_Groups\\_Conquered\\_the\\_Insect\\_Body](https://www.researchgate.net/publication/299157770_Diversity_of_Entomopathogenic_Fungi_Which_Groups_Conquered_the_Insect_Body). Acesso em: 09 jun. 2018.

ARAÚJO, M.A.R.A. **Biodiversidade e sua importância**. In: NEXUCS (Org.). *Unidades de Conservação no Brasil: O caminho da Gestão Para Resultados*. São Carlos, SP, RIMA, p. 536, 2012.

BASEIA I.G.; SILVA B.; CRUZ R.H.S.F. **Fungos gasteroides no semiárido do nordeste brasileiro** - Feira de Santana : Print M'dia, 2014.

BASTOS, J.A.M. **Controle da lagarta saia-justa do cajueiro, *cicinnus callipius schaus*, com inseticidas orgânicos sintéticos, em laboratório.** Ciências. Agronômicas, Fortaleza, CE, dez. v. 6 p. 1-2, p. 55-60, 1976.

BATALHA-FILHO, H.; FABRE, P. H.; FJELDSA, J.; MIYAKI, C. Y. **Connections between the Atlantic and the Amazonian forest avifaunas represent distinct historical events.** Journal of Ornithology. v. 154, n. 1, p. 41-50. jan. 2013

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica – uma rede pela floresta.** Brasília: RMA, 2006. 332p.

CAVALCANTE, A. **Jardins suspensos no sertão. No alto de elevações abastecidas por chuvas que vêm do litoral.** Rev. Scientific American, [Ceará] ed. 32, jan. 2005. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MCTI/jardins-suspensos>. Acesso em: 28 mar. 2018.

CEARÁ. **Decreto Estadual nº 27.290.** Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, Fortaleza, CE, 2003. Disponível em: <https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro46099/documento%201%20-%20decreto%20n%C2%BA%2027.290%20altera%200.956%20.pdf>. Acesso em 09/11/2018.

\_\_\_\_\_. **APA da serra de Baturité.** Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, Fortaleza, CE, 2014. <http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/apa-da-serra-de-baturite/>. Acesso em 09/11/2018.

COLWELL, R.R. **Biodiversity amongst microorganisms and its relevance.** Biodiversity and Conservation, Springer, [Estados Unidos], v. 28, p. 342-345, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00693760>.

CUNHA, M. A. R. **A rota verde do café como estratégia de desenvolvimento integrado do turismo sustentável no maciço de baturité – ce.** Dissertação (Dissertação em Gestão de Negócios Turísticos) - Universidade Estadual Do Ceará, Fortaleza, 2017.

DAWKINS, R. **O Gene Egoísta.** Companhia das Letras. Ed.1, 2007

ERTHAL, M. **Controle biológico de insetos pragas.** – In: I Seminário Mosaico Ambiental: Olhares sobre o ambiente. Campo dos Goytacazes, RJ, ago. 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/277129057\\_Control\\_biolgico\\_de\\_insetos\\_pragas](https://www.researchgate.net/publication/277129057_Control_biolgico_de_insetos_pragas). Acesso em: 02 mar. 2018.

ESPOSITO E.; AZEVEDO J.L. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia.** 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2010.

EVANS, H. C. 1988. **Coevolution of entomogenous fungi and their insect hosts.** In K. A. Pirozynski, & D. L. Hawksworth (Eds.), Coevolution of fungi with plants and animals (pp. 149e171). London Academic Press.

EVANS, H.C. **Entomogenous fungi in the tropical forest ecosystems: na appraisal.** Ecological 2 Entomology, [s. l.] v. 7, p. 47-60, 1982. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1982.tb00643.x>. Disponível em:

<http://cordyceps.us/files/EVANS%201982%20Entomogenous%20fungi%20in%20tropical%20forest%20ecosystems%20an%20appraisal.%20HC%20Evans.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018

FERREIRA, M.V.C.; PAES, V.R.; LICHTENSTEIN A. **Penicilina: oitenta anos**. Rev Med (São Paulo). 2008 out.-dez.;87(4):272-6.

FREIRE, L.M. **Paisagens de exceção: problemas ambientais no município de mulungu, serra de baturité – Ceará**. Dissertação. (Dissertação em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE, 2007. Acesso em: 28 maio. 2019.

FREIRE, L.M.; LIMA, J.S. **Caracterização geomorfológica da serra de baturité – Ceará**. Revista geonorte, edição especial 4, v.10, n.6, p.88 - 94, 2014. (issn 2237-1419). Acesso em: 28 maio. 2019.

FREIRE, L. M.; SOUZA, M. **Geografia e questão ambiental no estudo de paisagens de exceção o exemplo da serra de Baturité - Ceará** - Boletim Goiano De Geografia, Goiás, v. 26, n. 2, p. 129-150, 2006. <https://doi.org/10.5216/bgg.v26i2.5230>. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/5230>. Acesso em: 27 mar. 2018.

FREITAS, A.F. **Taxonomia e Ecologia do Gênero Marasmius (Marasmiaceae, Basidiomycota) em Fragmentos de Mata Atlântica, João Pessoa, PB, Brasil**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba. – João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://www.ccen.ufpb.br/cccb/contents/monografias/2011.1/anne-falcao-de-freitas.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.

HAWKSWORTH, D.L. **The Magnitude of Fungal Diversity: The 1.5 Million Species Estimate**

**Revisited.** Mycological Research. [s. l.] v. 105, p. 1422-1432 2001.

<https://doi.org/10.1017/S0953756201004725>. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.2616&rep=rep1&type=pdf>.

Acesso em: 29 dez. 2018.

HEADS, S.W.; MILLER, A.N.; CRANE, J.L.; THOMAS, M.J.; RUFFATTO, D.M.; METHVEN,

A.S.; RAUDABAUGH, D.B.; WANG Y. **The oldest fossil mushroom.** Mycological Progress,

v. 16, p. 1071-1072, [s. l.], dez. 2017. Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0178327&type=printable>.

Acesso em: 29 dez. 2018

HUGHES, D.P.; ARAÚJO, J.P.M.; LORETO, G.P.; QUEVILLON, L.; de BEKKER, C; EVANS, H.C.

**From So Simple a Beginning: The Evolution of Behavioral Manipulation by Fungi.**

Advances in Genetics, [Estados Unidos], v. 94, p. 437-469, 2016.

JOLY, C.A. **Biodiversidade e mudanças climáticas: contexto evolutivo, histórico e político.**

**Ambiente & Sociedade.** Campinas, SP, v. 10, p. 169-172, 2007. DOI: 10.1590/S1414-

753X2007000100012. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2007000100012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000100012). Acesso

em 29 dez. 2018.

KIRK, P.M.; CANNON, P.F.; DAVID, J.C.; STALPERS, J.A. **Dictionary of the Fungi.** 10. ed, [s. l.]

CABI Publishing, 2008. Disponível em: [https://pt.slideshare.net/fitolima/dictionary-of-fungi-](https://pt.slideshare.net/fitolima/dictionary-of-fungi-kirk-et-al-2008-10a-edicao)

[kirk-et-al-2008-10a-edicao](https://pt.slideshare.net/fitolima/dictionary-of-fungi-kirk-et-al-2008-10a-edicao). Acesso em: 10 nov. 2018.

KUHAR, F.; Furci, G.; Drechsler-Santos, E.R.; Pfister, D. **Delimitation of Funga as a valid term for the diversity of fungal communities: the Fauna, Flora & Funga proposal (FF&F)**. IMA Fungus 9: 71-74. (2018). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/329772587\\_Delimitation\\_of\\_Funga\\_as\\_a\\_valid\\_term\\_for\\_the\\_diversity\\_of\\_fungal\\_communities\\_The\\_Fauna\\_Flora\\_Funga\\_proposal\\_FF\\_F](https://www.researchgate.net/publication/329772587_Delimitation_of_Funga_as_a_valid_term_for_the_diversity_of_fungal_communities_The_Fauna_Flora_Funga_proposal_FF_F). Acesso em: 11 jul. 2019.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **How many species are there in brazil?** Conservation Biology, [s. l.] v. 19, n. 3, p. 619-624, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00680.x>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/229719401\\_How\\_Many\\_Species\\_Are\\_There\\_in\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/229719401_How_Many_Species_Are_There_in_Brazil). Acesso em: 10 nov. 2018

MACCHERONI, W.J.; ARAÚJO, W.L.; LIMA, A.O.S. **Ecologia: habitat e interações fúngicas com plantas, animais, fungos e bactérias**. In: Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Elisa esposito e João Lúcio de Azevedo. 2. ed. Caxias do Sul: EducS, 2010.

MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção** (Vol. 2). Brasília: Ministério do Meio Ambiente. (Biodiversidade, nº19). (2008).

MAIA, L.C.; JUNIOR, A.A.C. **Introdução: os fungos do Brasil**. In: FORZZA, R.C. org., et al. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro,

Rio de Janeiro, RJ, v. 1, p. 43-48, 2005. Disponível em:  
<http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol1.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

MAIA L.C.; JÚNIOR A.A.C.; CAVALCANTI L.H.; GUGLIOTTA A.M., DRECHSLER-SANTOS E.R.; SANTIAGO A.L.M, CÁCERES M.E.S.; GIBERTONI T.B.; APTROOT A.; GIACHINI A.J.; SOARES A.M.S.; SILVA A.C.G.; MAGNAGO A.C.; GOTO B.T.; LIRA C.R.S.; MONTOYA C.A.S; PIRES-ZOTTARELLI C.L.A; SILVA D.K.A.; SOARES D.J.; REZENDE D.H.C.; LUZ E.D.M.N.; GUMBOSKI E.L.; WARTCHOW F.; KARSTEDT F.; FREIRE F.M.; COUTINHO F.P.; MELO G.S.N.; SOTÃO H.M.P.; BASEIA I.G.; PEREIRA J.; OLIVEIRA J.J.S.; SOUZA J.F.; BEZERRA J.L.; NETA L.S.A; PFENNING L.H.; GUSMÃO L.F.P; NEVES M.A.; CAPELARI M.; JAEGER M.C.W.; PULGARÍN M.P.; JUNIOR N.M; MEDEIROS P.S.; FRIEDRICH R.C.S.; CHIKOWSKI R.S.; PIRES R.M.; MELO R.F.; SILVEIRA R.M.B.; URREA-VALENCIA S.; CORTEZ V.G. & SILVA V.F.

**Diversity of Brazilian Fungi.** Rodriguésia 66(4): 1033-1045. 2015  
<http://rodriguesia.jbrj.gov.br>. DOI: 10.1590/2175-7860201566407

MEIJER, A.A.R. de. **Macrofungos notáveis das florestas de Pinheiro-do-paraná.** Tradução: Maria Angela Lopes de Almeida Amazonas. Título original: Notable macrofungi from Brazil's Paraná pine forrest. Colombo, PR, Embrapa Florestas, 2008.

MESQUITA, A.L.M.; FANCELLI, M.; BRAGA-SOBRINHO, R. **Importância, Comportamento e Sugestões de Manejo da Lagarta-saia-justa em Cultivo Orgânico de Cajueiro-anão.** Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, p. 4, 2009. Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/580695/1/cot146.pdf>. Acessado em: 20 out. 2018.

MORAES, A.M.L.; PAES, R.A.; HOLANDA, V.L. **Micologia: Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde.** – Vol. 4 - Rio de Janeiro: EPSJV; IOC, 2015. Acesso em: 28 maio 2019.

NASCIMENTO, F.R.; SOUZA, M.J.N.; CRUZ, M.L.B. **Diagnóstico socioeconômico da área de proteção ambiental da serra de Baturité - Ceará.** Editora UFPR. Curitiba, n. 20, p. 19-33, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v20i0.20602>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/20602/13738>. Acesso em: 10 nov. 2018.

NASCIMENTO, N.J.N. **Análise das Paisagens Naturais de Uso e Ocupação do Solo no Maciço Residual de Uruburetama - Ceará.** Dissertação. (Dissertação em Geografia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE, 2018. Disponível em: [http://www.uvanet.br/mag/documentos/dissertacao\\_d4269107c33a365b35c452aceefdff45.pdf](http://www.uvanet.br/mag/documentos/dissertacao_d4269107c33a365b35c452aceefdff45.pdf). Acesso em: 13 out. 2018.

PUTZKE, Jair. **Os reinos dos fungos** / Jair Putzke, Marisa Terezinha Lopes Putzke. -- Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.

SERRANO, L.A.L.; PESSOA, P.F.A.P. **Aspectos econômicos da cultura do cajueiro.** Sistema de Produção Embrapa. Embrapa Agroindústria Tropical. Ed. 2. Jul/2016. ISSN 1678-8702 1 [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportle](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportle)

SILVA, C.J.; MALTA, F.D.J. **A importância dos fungos na biotecnologia.** Ciências biológicas e da saúde. Recife, jul. v. 2, n. 3, p. 49-66, 2016. Disponível em:

<https://periodicos.set.edu.br/index.php/facipesaude/article/view/3210/2080>. Acesso em: 05 jun. 2018.

SILVA, F.E.S. **A conservação da biodiversidade da serra de Baturité na perspectiva das unidades de conservação**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, 2015. Disponível em: [http://www.uece.br/mag/dmdocuments/francisco\\_edmarde\\_sousa\\_silva.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/francisco_edmarde_sousa_silva.pdf). Acesso em: 24 out. 2018

SILVEIRA, V.D. **Micologia**. 5ª edição. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro, 1995.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnologia do Solo: fundamentos e perspectivas**. MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, Brasília, p. 125-177, 1988.

SINGER, R. **Monographs of South American Basidiomycetes, especially those of the east slope of the Andes and Brazil. IX. Tricholoma in Brazil and Argentina**. Darwiniana, [s. l.] v. 14, p. 258-284, 1965. Disponível em: [https://www.zobodat.at/pdf/Sydowia\\_14\\_0258-0280.pdf](https://www.zobodat.at/pdf/Sydowia_14_0258-0280.pdf). Acesso em: 15 abr. 2018.

SOBCZAK, J.F.; COSTA, L.F.A.; CARVALHO, J.L.V.R.; SALGADO-NETO, G.; MOURA-SOBCZAK, J.C.M.S.; MESSAS, Y.F. **The zombie ants parasitized by the fungi *Ophiocordyceps camponotiaticipis* (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae): new occurrence and natural history**. Mycosphere 8 (9): 1261–1266, 2017. ISSN 2077 7019. [www.mycosphere.org](http://www.mycosphere.org)

SOTÃO, H.M.P.; CAMPOS, E.L.; COSTA, S.P.S.E. **Micologia. Diversidade dos fungos na Amazônia.** Série Cadernos De Alfabetização Científica. Vol. I, 2004. Acesso em: 28 maio 2019.

SOUZA, M.J.N.; OLIVEIRA, V.P.V. **Os Enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do nordeste brasileiro.** Mercator, Fortaleza, CE, v. 5, n. 9, nov. 2006. ISSN 1984-2201. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/91>. Acesso em: 26 set. 2018.

SOUZA, V.C.; SILVA, R.A.; CARDOSO, G.D.; BARRETO, A.F. **Estudos sobre fungos micorrízicos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.10, n.3, p.612–618, 2006 Campina Grande, PB, DEAg/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 28 maio 2019.

TEIXEIRA, L.M.S.; MELO, Q.M.S.; MESQUITA, A.L.M.; FREIRE, F.C.O. **Recomendações para o controle de pragas e doenças do cajueiro.** Embrapa Agroindústria Tropical, Comunicado Técnico, Fortaleza, CE, fev. n. 2, p. 1-5, 1991. Disponível em: [http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3625.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3625.pdf). Acesso em: 20 set. 2018.

URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: Biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde.** editora técnica. 3. ed. rev. e ampl. - Brasília, DF: Embrapa, 2017.

VEGA, F.E.; BLACKWELL, M. **Insect-fungal associations: Ecology and evolution.** Oxford, Oxford University Press, fev. 2005. DOI: 10.1017/s0953756205212807. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/5818/Blackwell%20and%20Vega%20-%20Seven.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2018.