



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
Fundação Instituída nos termos da Lei 5.152 de 21/10/1966 – São Luís – Maranhão  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIAS**  
**BIOLÓGICAS (Modalidade: conjugado)**

**MONOGRAFIA**

**FUNGOS ENDOFÍTICOS EM PLANTAS DA ILHA DE UPAON-AÇU, MA, BRASIL.**

**Aluno (a): Elaine dos Santos Piancó**

SÃO LUIS/MA

2017

ELAINE DOS SANTOS PIANCÓ

**FUNGOS ENDOFÍTICOS EM PLANTAS DA ILHA DE UPAON-AÇU, MA, BRASIL.**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências  
Biológicas para obtenção do grau de  
Licenciatura e Bacharel em Biologia pela  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA.  
Orientador: Prof. Dr. Juliano dos Santos.

São Luís - MA

2017

ELAINE DOS SANTOS PIANCÓ

**FUNGOS ENDOFÍTICOS EM PLANTAS DA ILHA DE UPAON-AÇU, MA, BRASIL.**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências  
Biológicas para obtenção do grau de  
Licenciatura e Bacharel em Biologia pela  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA.  
Orientador: Prof. Dr. Juliano dos Santos.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Juliano dos Santos  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Geusa Felipa de Barros Bezerra  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Prof. Dr. Nivaldo Figueiredo  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

São Luís  
2017

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ser minha força todos os dias. A toda minha família e principalmente aos meus pais, Evaldo e Rafael e as minhas mães Aldenir e Ângela. Sou grata pelo apoio, incentivo e pelas chamadas à realidade. Aos professores pela aprendizagem, principalmente ao meu orientador Prof. Dr. Juliano dos Santos, pela paciência, dedicação e orientação; as minhas professoras Dra. Geusa Felipa de Barros e Dra. Maria do Desterro Soares Brandão Nascimento pelo encaminhamento no mundo da pesquisa... NIBA e GPDEM; aos professores Dr. Nivaldo Figueredo e Dra. Ilisandra Zanandrea pelo valioso apoio. Aos meus amigos da “Praça”: Fernanda, Hylida, Karine, Kênia, Lucas, Luciana e Samara; Ana Paula e Gessica; Betânia, Katyanne, Suanne, Thiago, Vanessa e Vicktor, pela amizade. Por fim e não menos importante, agradeço à Universidade Federal do Maranhão pela oportunidade concedida assim como a FAPEMA e PIBIC.

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.” (Henry Ford)

## RESUMO

As relações entre plantas e microrganismos são conhecidas há bastante tempo. É importante ter o conhecimento sobre a diversidade desses organismos por inúmeros motivos: inicialmente pela falta de informações (para elucidar a base biológica dessas interações); saber porque os endofíticos são vantajosos, já que diversos benefícios para a planta têm sido atribuídos à presença deles; muitos são usados como agentes de controle biológico de pragas e doenças; também deve-se a eles a produção de antibióticos e outros metabólicos secundários de interesse farmacológico como agentes redutores do colesterol (estatina), agentes imunossuppressores (ciclosporina A) entre outros; sem falar que são ótimos bioindicadores e têm sua importância na indústria agroquímica. O Maranhão apresenta grande variedade de biomas. Sua vegetação é composta por mata de cocais, mangues, floresta Amazônica e cerrado. Considerando a importância do conhecimento da biodiversidade e necessidade de conservação dos recursos naturais, realizou-se um levantamento da diversidade de fungos associados às plantas da Ilha de Upaon-Açu, MA, incluindo a capital São Luís. Os espécimes férteis de plantas coletados durante as excursões de campo ou que floresceram em cultivo foram prensados, secos em estufa, herborizados e depositados no herbário da Universidade Federal do Maranhão. A classificação taxonômica dos fungos endofíticos foi realizada pelo menos a nível de gênero. Identificou-se pelo menos 23 espécies de fungos endofíticos isolados das 12 espécies de plantas coletadas e analisadas, pertencentes a 12 gêneros diferentes. Dentre eles, destacam-se várias espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, além de fungos com importância biotecnológica como *Pestalotiopsis macrospora* e *Scytalidium lignicola*. Os isolados identificados farão parte da coleção de fungos do Laboratório de Micologia do DEPAT/NIBA/UFMA e serão usados para futuras pesquisas na área de saúde e/ou ambiental.

Palavras-chave: micologia, microrganismos, ascomicetos, taxonomia, hospedeiro

## ABSTRACT

The relationships between plants and microorganisms have been known for a long time. It is important to know about the diversity of these organisms for many reasons: initially because of lack of information (to elucidate the biological basis of these interactions); knowing why endophytes are advantageous, since various benefits to the plant have been attributed to their presence; many are used as agents of biological control of pests and diseases; it is also due to them the production of antibiotics and other secondary metabolites of pharmacological interest as cholesterol reducing agents (statin), immunosuppressive agents (cyclosporin A) among others; besides that they are excellent bioindicators and have their importance in the agrochemical industry. Maranhão has a great variety of biomes. Its vegetation is composed of forest of cocais, mangroves, forest Amazonian and closed. Considering the importance of knowledge of biodiversity and the need for conservation of natural resources, a survey of the diversity of fungi associated to the plants of the city of São Luís - MA was carried out. Fertile plant specimens collected during field trips were pressed, dried in an oven, herborized and deposited in the herbarium of the Federal University of Maranhão. The taxonomic classification of endophytic fungi was performed at least at the genus level. At least 23 species of endophytic fungi were isolated from 12 species of plants collected. Among them, several species of *Aspergillus* and *Penicillium* stand out, as well as fungi of biotechnological importance such as *Pestalotiopsis macrospora* and *Scytalidium lignicola*. The identified isolates will be part of the collection of fungi from the Laboratory of Mycology of DEPAT / NIBA / UFMA and will be used for future research in the area of health and / or environment.

Keywords: mycology, microorganisms, ascomycetes, taxonomy, host

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espécies de plantas amostradas e suas respectivas famílias botânicas, localização e fungos endofíticos isolados.....	20
Tabela 2: Fungos endofíticos da ilha de Upaon-Açu, MA, Brasil, e seus respectivos hospedeiros.....	32

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Plantas amostradas na Ilha de Upaon-Açu, MA, Brasil. *Couroupita guianensis* (A), *Pachira aquática* (B), *Terminalia catappa* (C), *Licania tomentosa* (D), *Senna corymbosa* (E), *Psidium guajava* (F), *Anacardium occidentale* (G), *Byrsonima sericea* (H), *Hirtella racemosa* (I), *Phanera outimouta* (J), *Senna spectabilis* (K), *Mimosa* sp. (L), *Passiflora cincinnata* (M).....31
- Figura 2: Fotomicrografias de fungos endofíticos isolados de plantas na Ilha de Upaon-Açu, MA, Brasil. *Aspergillus flavus* (A), *A. fumigatus* (B), *A. japonicus* (C), *A. tamaritii* (D), *A. niger* (E), *Penicillium* sp. (F), conídios de *Pestalotiopsis microspora* (G), *Scytalidium* sp. (H).....37
- Figura 3: Colônias isoladas em meio BDA. *Aspergillus terreus* (A), *A. niger* (B), *A. flavus* (C), *A. tamaritii* (D), *Penicillium purpurogenum* (E), *A. japonicus* (F), *P. commune* (G), *P. simplicissimum* (H2), *Penicillium* sp. (H1).....38

## LISTA DE ABREVIACOES

AIA – cido Indolactico

BDA – gar Batata-Dextrose

Ca – Cálcio

CzA – gar Czapek

CYA – gar Extrato de Levedura Czapek

FB – Fibra Bruta

MEA – gar Extrato de Malte

P - Fósforo

PATÓGENOS – Organismos capazes de causar doenças no hospedeiro

PB – Proteína Bruta

MS – Matéria Seca

NE- Nordeste

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2-OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 Objetivo Geral .....	12
2.2 Objetivos específicos .....	12
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
3.1. Biomas maranhenses e vegetação.....	13
3.2. Fungos Endofíticos .....	13
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	17
4.1 Região de estudo.....	17
4.2 Coleta de material vegetal .....	17
4.3 Isolamento de fungos das folhas.....	18
4.4 Preservação dos isolados.....	18
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
5.1 Plantas do Maranhão.....	21
5.2 Fungos Endofíticos de Plantas de São Luis-MA .....	31
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	39
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	39
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado do Maranhão tem uma localização privilegiada: fica no extremo leste da Amazônia oriental e no extremo norte/oeste do Nordeste. Seu enorme espaço abriga paisagens e ecossistemas tão diversos, cada um com sua flora e fauna típicas. Dentre eles, uma imensa área de exuberante floresta Amazônica ainda preservada e desconhecida, mas igualmente ameaçada, com muitas espécies endêmicas. (AMAZÔNIA MARANHENSE: Diversidade e Conservação / Belém: MPEG, 2011.328 p.: il.)

A Floresta Amazônica Maranhense faz parte do Centro de endemismo Belém, possuindo uma área de 243.000 km<sup>2</sup>, situa-se entre o leste do Pará e oeste do Maranhão, incluindo a capital São Luis (ALMEIDA & VIEIRA, 2010). De acordo com vários estudos, as florestas estão sendo alteradas profundamente pelo homem, formando pastagens e florestas superexploradas, e remanescentes isolados (GASCON et al., 2001; SILVA et al., 2005; ALMEIDA & VIEIRA, 2010).

O clima da capital São Luís é tropical e semiúmido sendo fortemente influenciado pelo mar e pela Zona de Convergência Intertropical. A cidade apresenta grande quantidade de coqueiros e muita vegetação litorânea. Há pequenas áreas de Floresta Amazônica que resistiram ao processo de urbanização da cidade, todas protegidas por parques ambientais. Pequenos rios nascem na cidade: entre eles, os Rios Anil e Bacanga são os mais importantes economicamente (BRASIL, 2006).

Diante deste cenário, a riqueza e a diversidade da flora presente no estado do Maranhão é sem dúvida um aspecto relevante. O estudo da riqueza de plantas presentes nas matas locais e das condições microclimáticas a que estas plantas estão submetidas auxilia na identificação, permite o estabelecimento de estratégias de reintrodução de espécies em áreas degradadas, como também ajuda a entender as condições climáticas ideais para o cultivo dessas espécies para fins econômicos (CARDOSO & ISRAEL, 2005). Os trabalhos de prospecção de espécies do Brasil podem ainda auxiliar no estabelecimento de programas nacionais de melhoramento genético de plantas ornamentais (CARDOSO, 2013).

Associados as plantas, podemos encontrar diversas espécies de microrganismos, que habitam, principalmente, seus tecidos internos. Estes microrganismos, principalmente bactérias e fungos, estabelecem com as plantas uma relação simbiótica ou neutra. São os microrganismos endofíticos que, segundo PETRINI ET AL. (1992), colonizam os tecidos saudáveis de partes aéreas da planta, em algum tempo do seu ciclo de vida, sem lhe causar danos aparentes. Microrganismos endofíticos, portanto, são aqueles que habitam o interior das

plantas, geralmente suas partes aéreas como caules e folhas, e não causam nenhum dano aos seus hospedeiros (AZEVEDO, 1999), se excluindo desse conceito os fungos micorrízicos e as bactérias fixadoras de nitrogênio, que por apresentarem estruturas visíveis externamente, já são bem mais conhecidos (PEIXOTO NETO et al., 2002).

As interações microrganismo/planta, ainda não são muito bem compreendidas, mas, atualmente, sabe-se que o fator ambiente pode alterar estas relações, sendo que um determinado microrganismo pode se comportar como endofítico (simbiose - Associação entre espécies onde há vantagens para todos envolvidos), mantendo seu estado latente por um determinado período, e tornar-se patogênico (parasitismo – indivíduos de uma espécie vivem no corpo de outro indivíduo retirando alimento assim como obtêm moradia) sob determinadas condições. Um exemplo clássico destas condições é o cultivo de uma planta em larga escala, que desequilibra o ambiente natural e produz uma pressão de seleção favorável a um determinado microrganismo (novo patógeno – organismos causadores de doenças) (ALY et al., 2010).

Os microrganismos endofíticos associados a plantas representam uma fonte inexplorada de produtos naturais novos e bioativos, com mais de 20.000 substâncias descritas (OWNLEY et al., 2010), sendo que destas 51% apresentam estruturas inéditas e 80% atividade biológica (YANG et al., 2012). Isto pode ser explicado pela teoria ecológica, que estabelece que esta produção metabólica depende do nicho ecológico no qual o microorganismo está inserido e das conseqüentes interações bióticas e abióticas (CARTER, 2011). Estes relatos sugerem que a seleção do endófito para estudo, deve ser realizada com espécies vegetais de diferentes biomas, principalmente as que enfrentam frequentes e intensas interações no ambiente como plantas de regiões áridas, florestas tropicais, entre outras (SCHULZ et al., 2002).

De acordo com CHITHRA et al. (2014) muitos fungos endofíticos têm sido relatados com potencial biossintético para produzir idênticos ou semelhantes metabólitos presentes em plantas hospedeiras.

Com a destruição da Floresta Amazônica e o extrativismo ilegal, muitas espécies correm sério risco de desaparecimento, sendo necessário o desenvolvimento de medidas de conservação, que é importante para uma estratégia integrada de proteção das espécies ameaçadas. Indivíduos de populações cultivadas podem ser introduzidos no ambiente para aumentar a conservação (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Sendo assim, o presente estudo para a capital do Maranhão vem propor a obtenção de dados relativos a diversidade (número de espécies que habitam determinado espaço) de

microrganismos endofíticos em plantas da região, visto que essa é uma área de estudo ainda pouco explorada no Estado. Cabe ressaltar que é apenas o início de uma longa jornada, e que os resultados demonstrados aqui pretendem estimular novas pesquisas na temática, de maneira a abranger os conhecimentos a respeito da microbiota endofítica nos diferentes biomas inseridos no território maranhense – floresta amazônica, cerrado, restinga e caatinga. A descrição da biodiversidade da microbiota fúngica endofítica pode levar a obtenção de informações de interesse para novas pesquisas, como por exemplo na área de biotecnologia, farmacêutica e de alimentos já que é sabido que os endofíticos podem produzir toxinas, antibióticos e outros fármacos, além de enzimas e proteínas, sendo assim úteis para a população. Um exemplo é o fitopatógeno do gênero *Colletotrichum* que pode afetar uma ampla gama de culturas economicamente importantes, tais como, morango, café, guaraná e uva. Este fungo causa doença nas frutas, folhas e caules, aparecendo manchas escuras e necróticas e massas alaranjadas de esporos nos tecidos das plantas. No entanto, ele tem sido objeto de muita pesquisa na busca por compostos bioativos, pela sua capacidade de produzir metabólitos secundários e metabólitos secundários fitotóxicos que induzem sintomas semelhantes aos dos próprios agentes patogênicos (JIMÉNEZ-TEJA et al., 2009).

## **2-OBJETIVOS**

### ***2.1 Objetivo Geral***

Identificar e descrever os principais fungos endofíticos associados a plantas na Ilha de Upaon-Açu, MA, mais especificamente na capital São Luis e municípios adjacentes.

### ***2.2 Objetivos específicos***

- Coletar e identificar plantas em São Luís do Maranhão e municípios vizinhos da ilha de Upaon-Açu;
- Isolar, purificar, identificar e preservar colônias fúngicas associadas a folhas das plantas coletadas através de metodologia específica;
- Relacionar cada espécie de planta a sua microbiota fúngica em particular;
- Catalogar a associação de fungos com famílias botânicas representativas da flora da ilha de Upaon-Açu.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. *Biomass maranhenses e vegetação***

O Brasil possui a maior cobertura de florestas tropicais do mundo, especialmente concentrada na Região Amazônica. Por esta razão, aliada ao fato de sua extensão territorial, diversidade geográfica e climática, nosso país abriga uma imensa diversidade biológica, o que faz dele o principal dentre os países detentores de megadiversidade do planeta, possuindo entre 15% a 20% das 1,5 milhão de espécies descritas na Terra. Possui a flora mais rica do mundo, com cerca de 55 mil espécies de plantas superiores (aproximadamente 22% do total mundial); 524 espécies de mamíferos, 1.677 de aves, 517 de anfíbios e 2.657 de peixes (LEWINSOHN & PRADO, 2002).

O estado do Maranhão está entre os maiores estados brasileiros. Com uma área aproximada de 332 mil km<sup>2</sup>, o Estado contempla três diferentes biomas, o que contribui para uma elevada diversidade de paisagens: o Cerrado e suas diferentes fitofisionomias desde as mais abertas (campos) até matas fechadas; a Amazônia com vegetação característica de árvores altas, matas de várzeas nas planícies periodicamente inundadas e matas de igapó permanentemente inundadas; e uma pequena porção do bioma Caatinga, caracterizado pela presença de uma vegetação arbustiva com galhos retorcidos e com raízes profundas, e de cactos e bromélias (BATISTELLA et al., 2014, SPINELLI-ARAÚJO et al., 2016).

A vegetação é um dos componentes mais importantes da biota, na medida em que seu estado de conservação e de continuidade definem a existência ou não de habitats para as espécies, a manutenção de serviços ambientais ou mesmo o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas. Apesar da rica diversidade, o Maranhão é o estado da Amazônia Legal que apresenta o menor grau de ocupação do espaço com áreas protegidas, apresentando alto grau de desmatamento e fragmentação florestal (ARAÚJO et al., 2011).

#### **3.2. *Fungos Endofíticos***

Apesar dos organismos endofíticos terem sido citados pela primeira vez no início do século XIX, foi Bary (considerado o pai/fundador dos estudos das doenças em plantas, foi um cirurgião, microbiologista e micólogo alemão), em 1866, o responsável por delinear a diferença entre eles e patógenos de plantas. Em 1986, Carroll excluiu as micorrizas e os fungos patogênicos de plantas, restringindo o uso do termo endofítico a organismos endossimbiontes que causam infecções assintomáticas nos tecidos da porção interna de

plantas. Desde então vários pesquisadores apresentaram definições para o termo endofítico. PETRINI (1991) expandiu a definição de Carroll (biólogo molecular estadunidense) por meio da inclusão de todos os microrganismos que, em algum período do seu ciclo de vida, colonizam tecidos da porção interna de plantas, sem causar qualquer dano ao hospedeiro, ou seja, essa definição engloba patógenos latentes.

Em 1997, ARAÚJO propôs a definição de que endófitos eram considerados microrganismos que são isolados de tecidos vegetais desinfectados superficialmente, e que não causam danos aparentes à planta hospedeira. Essa definição acaba por excluir populações microbianas não cultiváveis ou difíceis de sobreviver em condições laboratoriais, ou seja, as populações pouco estudadas (ARAÚJO et al., 2002). Microrganismos que habitam o interior de raízes não eram considerados endófitos, como bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos (AZEVEDO et al., 2002; GUIMARÃES, 2006).

Uma outra definição englobou microrganismos que habitam o interior de plantas sem causar qualquer efeito negativo imediatamente (STONE et al., 2000; FIRAKOVÁ et al., 2007). No entanto, a mais atual definição e, também, a mais completa, considera todos os microrganismos cultiváveis ou não, que habitam o interior dos vegetais, sem causar danos à planta e que não desenvolvem estruturas externas, ou seja, excluindo bactérias de nódulos de raízes e fungos micorrízicos (AZEVEDO e ARAÚJO, 2007).

Os fungos endofíticos podem habitar todas as partes da planta, como folhas, estruturas reprodutivas, pecíolos, galhos, cascas e raízes (FAETH e FAGAN, 2002; RODRIGUEZ et al., 2009), sendo que a maioria desses fungos pertence ao Filo Ascomycota, no entanto, foi demonstrada a existência de representantes do Filo Basidiomycota em alguns trabalhos desenvolvidos (ARNOLD e LUTZONI, 2007; HYDE e SOYTONG, 2008).

RODRIGUEZ et al. (2009) propôs uma organização dos fungos endofíticos em quatro classes. Apesar dos fungos micorrízicos também serem endofíticos, muitos autores os consideram em um grupo separado por ser uma simbiose altamente especializada e bem caracterizada (STONE et al., 2000). RODRIGUEZ et al. (2009) não inclui nesta classificação os fungos micorrízicos arbusculares (MA).

A Classe 1 é formada pelos fungos clavicipitaceos, os quais representam um pequeno número de espécies que provocam infecções em gramíneas, e pelos fungos não-clavicipitaceos que são bem diversos. Fungos dessa classe são caracterizados por aumentar a biomassa vegetal, conferir tolerância à seca, produzir produtos químicos que são tóxicos para animais, diminuindo a herbivoria.

A Classe 2 é formada principalmente por fungos integrantes do Filo Ascomycota, subfilo Pezizomycotina, sendo que também são encontrados representantes do Filo Basidiomycota, Subfilo Agaricomycota e Pucciniomycotina. Esses fungos podem crescer acima do solo e abaixo dos tecidos e podem conferir tolerância específica ao estresse no habitat do hospedeiro. Apresentam alta taxa de infecção em ambientes estressantes e sua transmissão pode ocorrer tanto horizontalmente quanto verticalmente. Um exemplo de tolerância específica é dado pela relação simbiótica entre a planta *Dichanthelium lanuginosum* e o fungo *Curvularia protuberata*, enquanto ambos estão associados simbioticamente podem tolerar temperaturas de até 65 °C, mas isoladamente, não toleram temperaturas acima de 40 °C (MARSCHNER et al. 2007).

A Classe 3 é formada por fungos que infectam tecidos aéreos e que possuem colonização localizada. A maioria é representada por integrantes do Filo Ascomycota e Basidiomycota, sendo que uma maior diversidade pode ser encontrada em ambientes tropicais (ARNOLD e LUTZONI 2007). Podem estar associados a diversos tecidos acima do solo, tanto de plantas vasculares quanto de plantas não vasculares.

A Classe 4 é formada por fungos septados negros que colonizam tecidos da raiz de forma extensiva (RODRIGUEZ et al., 2009). Os principais representantes pertencem ao Filo Ascomycota e produzem melanina, formando estruturas chamadas microesclerócitos nas raízes das plantas hospedeiras. Geralmente, esses fungos não apresentam especificidade de hospedeiro e constituem os fungos mais abundantemente encontrados em associação com raízes de plantas (MANDYAM E JUMPPONEN, 2005; AVESKAMP et al., 2009).

Os fungos filamentosos são os mais comumente isolados de estruturas vegetais (GUNATILAKA, 2006). De forma geral, esses fungos não produzem sintomas de doenças no hospedeiro, podendo estar latentes ou serem assintomáticos, sendo essas interações conhecidas como neutras. Nessas associações mutualísticas, a convivência entre o fungo e a planta é pacífica, sendo que os dois organismos sobrevivem de forma assintomática, ambos sendo beneficiados (SCHULZ e BOYLE, 2005; STROBEL e DAISY, 2003; AZEVEDO et al., 2002).

Estudos demonstraram que esses microrganismos possuem funções importantes para seus hospedeiros, pois apresentam interações simbióticas com o mesmo, e são capazes de proteger as plantas do ataque de insetos, de doenças e do ataque de mamíferos herbívoros por meio da produção de toxinas (AZEVEDO, 1998; AZEVEDO, 1999; AZEVEDO et al., 2000; PEIXOTO NETO; AZEVEDO; ARAÚJO, 2002).

Um dos principais mecanismos pelos quais o fungo beneficia a planta é através da produção de metabólitos secundários (SCHULZ et al., 1995). Nesses casos, pode-se dizer que existe mutualismo defensivo, ou seja, o fungo endofítico está dando proteção à planta e, desse modo, estará protegendo a si próprio (CLAY, 1988). A natureza assintomática da ocupação por fungos no tecido de plantas pode nos conduzir à classificação de um relacionamento simbiótico entre os dois, mas a diversidade de fungos endofíticos nos diz que estes possam ser sapróbios ou patógenos oportunistas (STROBEL & DAISY, 2003).

Existem muitas especulações a respeito da definição do tipo de interação entre fungos e plantas, pois diferentes autores caracterizam a distinção entre endofíticos como meramente didática. Assim, pode-se dizer que existe um gradiente entre os grupos e não uma clara distinção ou limite entre eles (AZEVEDO, 1999; SAIKKONEN et al., 1998).

De acordo com Saikkonen et al. (2004), a relação dos fungos endofíticos com o vegetal hospedeiro é um tanto complexa, pois envolve interações entre as espécies e também está sob a influência de fatores abióticos e bióticos. Dependendo das condições do ambiente, um fungo endofítico pode tornar-se patogênico. Também, essa patogenicidade pode ser despertada pelo desequilíbrio em relação a outros endofíticos. Logo, pode-se dizer que as intrincadas interações mutualísticas entre fungos endofíticos e planta hospedeira são reguladas a nível ambiental, genético e fisiológico, resultando nos benefícios de adaptabilidade para ambos os envolvidos (SAIKKONEN et al., 1998; AZEVEDO, 1999).

Os fungos endofíticos mais estudados são os que estabelecem associações com espécies de gramíneas, pois eles são agronomicamente importantes devido a sua produção de metabólitos secundários e potencial contra herbivoria, por exemplo (SAIKKONEN et al., 1998). Estes autores mostraram que aproximadamente 75% das descrições que abordam aspectos ecológicos ou evolucionários de associações de endofíticos e plantas tratam de relações entre gramas e seus endófitos. Por meio desses números pode-se perceber a necessidade de estudos associados a outros grupos de plantas, tendo em vista uma abordagem mais ecológica para esses casos.

Pesquisas têm demonstrado que microrganismos endofíticos podem influenciar na preferência e na performance de insetos herbívoros. As primeiras publicações com endofíticos demonstraram que a presença desses microrganismos resultava na diminuição dos danos causados por fitófagos (OKI et al., 2009). Trabalhos sobre a importância de microrganismos endofíticos na resistência ao ataque por insetos já foram publicados (RAPS; VIDAL, 1998; MEISTER et al., 2006).

Sob um ponto vista biotecnológico, os produtos naturais de fungos endofíticos apresentam um amplo espectro de atividades biológicas, sendo alguns exemplos, antimicrobiana, antiparasitária, neuroprotetiva, antioxidante, antidiabética, propriedades imunossupressoras, antiviral, anticolinesterásica, antineoplásicos e citotóxica (CHAPLA et al., 2013).

É notável que, dentre as quase 300.000 espécies de plantas que existem na Terra, cada indivíduo é hospedeiro de um ou vários microrganismos endofíticos (STROBEL; DAISY, 2003). Somente algumas dessas plantas já foram completamente estudadas quanto à sua biologia endofítica. Conseqüentemente, a oportunidade de encontrar microrganismos endofíticos novos e com potencial de utilização entre as plantas que compõem os diferentes ecossistemas é grande (STROBEL; DAISY, 2003; RYAN et al., 2008).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***4.1 Região de estudo***

No dia 8 de setembro de 1612 era fundada a cidade de São Luís, uma ilha e também capital do Maranhão (NE). O clima é quente na maior parte do ano, atingindo facilmente 30°C. O clima é equatorial úmido com alta pluviosidade na primeira metade do ano. Apesar da influência antrópica na sua paisagem, principalmente na área urbana, ainda se encontram locais parcialmente preservados de mata nativa, como por exemplo o Parque Estadual do Sítio Rangedor, a Área de Proteção Ambiental do Itapiracó, o Parque Estadual do Bacanga, etc.

### ***4.2 Coleta de material vegetal***

Os pontos de coletas foram realizados de forma aleatória dentro da região proposta (preferência por plantas com flores, para auxiliar na identificação), tanto em zona urbana quanto em zona rural, e os fragmentos foram percorridos sem demarcação de parcelas, porém com registro de posicionamento geográfico via GPS. Imagens, obtidas via satélite pelo software Google Earth, auxiliaram no estudo das áreas visitadas. Dos espécimes coletados, foram registradas informações sobre procedência, período de floração, hábitos, hábitats. Todas as amostras coletadas foram fotografadas com câmera digital.

O material coletado (flores e folhas) foi devidamente acondicionado em caixas de isopor e imediatamente levado ao Departamento de Biologia da Universidade Federal do

Maranhão e armazenados a 4 °C até o momento do processamento. Os espécimes férteis coletados durante as excursões de campo foram prensados, secos em estufa e herborizados para posterior identificação.

### ***4.3 Isolamento de fungos das folhas***

O material botânico foi selecionado e as folhas separadas. Este material foi lavado abundantemente com água corrente e detergente neutro para retirar o excesso de microrganismos epifíticos. Em seguida, foi realizada a desinfestação superficial do material em álcool 70% por 30 s, em hipoclorito de sódio 2% por 1 min e novamente em álcool 70% por 30 s, para retirar o excesso de hipoclorito.

Após a assepsia, fragmentos de folhas, medindo aproximadamente 5 mm<sup>2</sup> foram plaqueados em meio de batata, dextrose e ágar (BDA), acrescido de 50 mg.L<sup>-1</sup> de sulfato de streptomicina e 50 mg.L<sup>-1</sup> de cloranfenicol. As placas com os fragmentos foram incubadas a 25 °C (SILVA et al., 2006).

As placas foram observadas diariamente. À medida que foram aparecendo, fragmentos das colônias dos fungos recém desenvolvidas eram transferidos para tubos de ensaios contendo meio BDA inclinado, até que as culturas ficassem puras.

Os isolados foram identificados pelo menos ao nível de gênero, com base nas características macro e micromorfológicas, através de chaves de identificação disponíveis na literatura, de acordo com o grupo taxonômico a que pertencerem.

### ***4.4 Preservação dos isolados***

Fragmentos de micélio dos isolados foram preservados em tubos de ensaio contendo água destilada e esterilizada e armazenados a temperatura ambiente. Isolados representativos dos táxons mais frequentes, serão depositados na coleção micológica do Núcleo de Imunologia Básica e Aplicada – NIBA/UFMA – para acesso por parte da comunidade científica.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostradas e identificadas 13 espécies de plantas da região de São Luis, MA, das quais foram isoladas pelo menos 23 espécies de fungos endofíticos diferentes. Cabe ressaltar que a lista de fungos endofíticos apresentada não significa que apenas estes representam a comunidade fúngica da planta. Neste trabalho utilizamos apenas uma metodologia de isolamento e apenas folhas como material vegetal, suficiente para atingir o objetivo inicial de informar os principais fungos endofíticos das plantas no município de São Luis, MA. É importante saber que outros fungos endofíticos, como muitos *Coelomycetes* por exemplo, ainda podem ser isolados com metodologias mais específicas, ou ainda, a microbiota fúngica pode apresentar diferença na estrutura da comunidade em outras partes da planta como caule e raiz. Portanto, trabalhos mais detalhados a respeito da diversidade e da estrutura da comunidade fúngica endofítica devem ser feitos mais criteriosamente utilizando mais de uma metodologia e abrangendo a planta toda.

Estudos demonstram que o tamanho dos fragmentos dos tecidos vegetais utilizados no isolamento de fungos endofíticos em meio de cultura tem efeito sobre o número de espécies isoladas, sendo que tamanhos de fragmentos menores aumentam as chances de isolamento de um número maior de espécies por área amostrada. Além do aumento da superfície de contato com o meio de cultura, a redução dos fragmentos poderia reduzir a competição entre os fungos (GAMBOA et al., 2002; COSTA, 2008). Variantes deste método, como a trituração de folhas, tem sido utilizada com sucesso (ABREU, 2010).

Em relação as plantas, foram amostradas 12 espécies diferentes representantes de nove famílias botânicas, consideradas das regiões tropicais da América do Sul, incluído o estado do Maranhão. A lista das plantas amostradas está representada na Tabela 1, e as suas características principais descritas no item 5.1.

Tabela 1: Espécies de plantas e suas respectivas famílias botânicas, localização e fungos endofíticos isolados.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Localização</b>	<b>Fungos isolados</b>
<i>Couroupita guianensis</i>	Lecythidaceae.	2°31'44.674" S / 44°17'44.344" W	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.
<i>Pachira aquática</i>	Bombacaceae.	2°31'44.674" S / 44°17'44.344" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Fusarium</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp.
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae.	2°31'44.674" S / 44°17'44.344" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Cladophialophora</i> sp. <i>Scytalidium</i> sp.
<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae.	2°31'44.674" S / 44°17'44.344" W	<i>Aspergillus terreus</i> <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> <i>purporogenum</i>
<i>Senna corymbosa</i>	Fabaceae.	2°30'29.034" S / 44°14'37.752" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus terreus</i> <i>Fusarium</i> sp. <i>Nigrospora</i> sp.
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae.	2°33'27.518" S / 43°5'38.22" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus nidulans</i> <i>Rhizopus</i> sp <i>Scytalidium</i> sp. <i>Syncephalastrum</i> sp.
<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae.	2°33'27.518" S / 43°5'38.22" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Aspergillus flavus</i> . <i>Trichoderma</i> sp. <i>Coletotrichum</i> sp. <i>Nigrospora</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.
<i>Byrsonima sericea</i>	Malpighiaceae.	2°42'06,7" S / 44°18'22.2" W	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Penicillium</i> <i>simplicissimum</i> <i>Penicillium</i> sp.
<i>Hirtella racemosa</i>	Chrysobalanaceae.	2°31'51.5" S / 44°13'19.3" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Pestalotiopsis microspora</i> <i>Scytalydium lignicola</i>

<i>Phanera outimouta</i>	Fabaceae.	2°31'51.5" S / 44°13'19.6" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus japonicus</i> <i>Aspergillus tamarii</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Penicillium comunne</i> <i>Scytalidium lignicola</i> <i>Pestalotiopsis microspora</i>
<i>Senna spectabilis</i>	Fabaceae.	2°31'52.0" S / 44°13'20.1" W	<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus terreus</i> <i>Colletotrichum</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.
<i>Mimosa</i> sp.	Fabaceae.	2°31'53.1" S / 44°13'21.1" W	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Penicillium comunne</i> <i>Pestalotiopsis microspora</i>
<i>Passiflora cincinnata</i>	Passifloraceae.	2°31'52.0" S / 44°13'20.1" W.	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Penicillium comunne</i> <i>Phoma</i> sp.

## 5.1 Plantas do Maranhão

### *Couroupita guianensis* Aubl. (Fig. 1A)

**Nomes populares:** Abricó-de-macaco, castanha-de-macaco, macacarecuia, macacaracuaia, cueira-brava, cuia-de-macaco, amêndoa-dos-andes.

**Família:** Lecythidaceae.

**Altura média:** 8-15m.

**Origem:** América Central e Região Amazônica.

**Local de coleta:** Avenida Vitorino Freire, Areinha, São Luis, MA. (2° 31' 44.674" S / 44° 17' 44.344" W)

Suas flores brotam dos troncos e galhos em longos cachos, cada flor possui seis pétalas carnudas, de coloração vermelha, e muitos estames brancos, amarelos ou rosados, são bastante perfumadas. Os frutos são globosos e lenhosos. As sementes são oblongas, envoltas em polpa creme que rapidamente tornam-se azul quando em contato com o ar exalando odor desagradável.

A espécie tem grande valor ornamental e isso graças a cor vermelha de suas flores. Sua madeira pode ser aproveitada na produção de papel, construção e lenha. Os frutos servem de alimentos para animais e quando vazios são utilizados pelos sertanejos para usos domésticos. Suas sementes são comestíveis.

Fungos isolados: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus spp* e *Penicillium spp*.

***Pachira aquática* Aubl. (Fig. 1B)**

**Nomes Populares:** Munguba, Castanhola, Castanha-do-Maranhão, Carolina, Paineira-de-Cuba e Mamorana.

**Família:** Bombacaceae.

**Altura média:** Cerca de 18 m.

**Origem:** Nativa da América Central e do Sul.

**Local de coleta:** Av. Vitorino Freire, Areinha, São Luis, MA (2° 31' 44.674" S / 44° 17' 44.344" W).

Árvore frondosa, folhas pecioladas e digitadas que apresentam de 5 a 9 folíolos verde-escuros. Possui flores com 5 pétalas muito grandes de coloração castanho-avermelhadas.

Estudos desenvolvidos sobre a composição das sementes demonstram que a *Pachira aquática* tem um elevado teor de óleo (44,1 %), sendo o ácido palmítico o seu principal componente. Observou-se, também, a existência de proteína com alto teor de triptofano. Testes toxicológicos realizados sobre a planta demonstraram discreta toxicidade e não apresentaram evidências citotóxicas, não tendo sido observada atividade bactericida.

Fungos isolados: *Aspergillus niger*, *Fusarium sp.* e *Aspergillus sp.*

***Terminalia catappa* L. (Fig. 1C)**

**Nomes Populares:** Amendoeira da Praia, amêndoa, amendoeira, castanheira e anoz.

**Família:** Combretaceae.

**Altura média:** 10 a 35 metros.

**Origem:** América Central e do Sul.

**Local de coleta:** Praça Deodoro, Centro, São Luis, MA (2° 31' 44.674" S / 44° 17' 44.344" W)

É facilmente reconhecida por apresentar fruto suculento, fibroso, não-alado e folhas largamente obovadas com base cordada. Raiz: tipo pivotante (s). Caule: ramo (s) superior (es) glabrescente (s). Folha: forma obovada (s); ápice (s) arredondado (s); base subcordada (s); indumento glabra (s) à pubescente (s) na (s) abaxial/glabra (s) na (s) face (s) adaxial; consistência cartácea (s) / papirácea (s); domácia em forma de bolsa (s); glândula (s) 2 na (s) base da lâmina (s); nervação camptódromo (s) broquidódroma (s) / 6 a (s) 9 pares de nervura (s) secundária (s). Inflorescência: tipo espiga (s) / flor (es) masculina (s) e hermafrodita (s) na

(s) base/axilar (es). Flor: hipanto inferior (es) ovado (s) /sedoso (s); hipanto superior (es) subcampanulado (s) /lobo (s) do cálice (s) 5; disco nectarífero (s) tomentoso (s) / viloso (s); androceu estame (s) 10 inserido (s) em 2 verticilo (s) / filete (s) filiforme (s) alongado (s) / sub orbicular (es); gineceu estilete (s) subulado (s) / glabro (s). Fruto: forma levemente complanado (s) /carnoso (s) fibroso (s) / glabro (s) / 2 alas (s) lateral (ais) reduzida (s). Semente: forma cotilédone (s) convoluto (s).

Muito utilizada para áreas litorâneas, produz uma sombra excelente para parques e ruas no litoral brasileiro. Tem grande potencial urbanístico.

Fungos isolados: *Cladophialophora* sp., *Aspergillus niger* e *Scytalidium* sp.

***Licania tomentosa*** (Benth.) Fritsch N (**Fig. 1D**)

**Nome Popular:** Oiti, Oiti da praia, Guaili, Oiti cagão, Oiti mirim, Oitizeiro

**Família:** Chrisobalanaceae

**Altura média:** 6 a 12 metros.

**Origem:** América do Sul, Brasil.

**Local de coleta:** Praça Deodoro, Centro, São Luis, MA (2°31'44.674" S / 44°17'44.344" W)

Copa frondosa e as raízes não são agressivas. As folhas são simples, alternas, elípticas, alongadas, de 7 a 14 cm de comprimento por 3 a 5 cm de largura, pilosas em ambos os lados e de cor verde-clara, quando novas, tornando-se glabras, a pilosidade se destaca quando esfregamos a folha. Quando completamente formadas possuem bordas lisas, superfície lisa e brilhante, cor verde-escura e persistente durante o ano todo. As flores são pequenas e brancas, produzidas em inflorescências (cachos) e resultam na formação de grande quantidade de frutos por planta.

A espécie é nativa e endêmica do Brasil, ou seja, só ocorre aqui. O uso mais comum é na arborização urbana, pois sua copa densa proporciona boa sombra o ano todo. Pode ser encontrado com relativa facilidade ornamentando praças, parques, jardins e calçadas em diversos estados do país. Também pode ser empregada em reflorestamentos, recuperação de áreas degradadas ou como bioindicadora, esta qualidade atribuída à algumas alterações foliares que podem fornecer informações sobre a qualidade do ar em ambientes urbanos. O fruto é comestível, bastante odorífero, de sabor adocicado e um pouco adstringente. Alguns relatos informam que o fruto lembra o sabor da manga, mas para mim, a textura mais áspera e seca, lembra milho cozido. Possivelmente, esta também deve ser a razão pela qual a espécie é

chamada popularmente de milho-cozido. A polpa do fruto maduro tem coloração alaranjada, bastante perfumada e com boa quantidade de amido, o que permite o seu aproveitamento para diversos fins industriais. A polpa desidratada pode ser utilizada como incremento de diversos produtos alimentícios.

Fungos isolados: *Aspergillus terreus*, *Aspergillus* sp., *Penicillium purporogenum*.

***Senna corymbosa* L. (Fig. 1E)**

**Nome Popular:** Sena-do-campo, café-brabo, fedegoso e sena, sena-do-mato.

**Família:** Fabaceae.

**Origem:** Nativa, não endêmica do Brasil.

**Local de coleta:** Cemitério Parque da Saudade, Vinhais, São Luis, MA (2° 30' 29.034" S / 44° 14' 37.752" W).

Subarbustos, arbustos ou arvoretas, eretos, ramos glabros. Estípulas lineares. Folhas 2-3(-4) pares de folíolos, pecíolo; glândulas presentes entre os folíolos do primeiro par, podendo aparecer entre os folíolos do segundo e terceiro pares, globosas, ovoides ou lanceolóides, estipitadas; folíolos ovais, ovallanceolados, elípticos ou oblongos, ápice agudo, obtuso ou retuso, mucronado ou não, base oblíqua ou obtusa, folíolo distal 2,1-7×0,7-2,2cm, com ambas as faces glabras. Racemos axilares corimbiformes ou panículas terminais, 6-40 flores por racemo; pedúnculo 16-63mm compr; brácteas lineares ou linear-lanceoladas, 1,8-4mm compr, caducas. Pedicelo 14-25mm compr. Sépalas 5,5-12,5mm compr. Corola zigomorfa, amarela, pétalas 10-15mm compr; 4 estames medianos com filetes 2-3,4mm compr. E anteras 4-6mm compr, estames abaxiais com anteras isomórficas, estame centro-abaxial com filete 4-7,2mm compr. E antera 6,6-8mm compr, 2 estames latero-abaxiais com filetes 6,5-12mm compr. E anteras 6,4-8mm compr, bico 0,5-0,8mm compr; gineceu 10-15mm compr, ovário glabro. Legumes cilíndricos, endocarpo pulposo, pêndulos, retos ou ligeiramente curvos, glabros, 2,6-11,5×0,6-1,1cm. Sementes 1-seriadas, oblongas ou irregularmente ovais, negras, 4-5,5×3,2-4,8mm. (RODRIGUES, 2005, p. 4).

É usada na medicina popular como purgativo brando e depurativo e também é utilizada como planta ornamental.

Fungos isolados: *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Nigrospora* sp., *Fusarium* sp.

***Psidium guajava* L. (Fig. 1F)**

**Nome Popular:** Goiabeira, Araçá-das-almas, Araçá-goiaba, Araçá-guaçu, Araçá-mirim, Araçáiba, Araçauaçu, Goiaba-maçã.

**Família:** Myrtaceae.

**Altura média:** 6 a 12 metros.

**Origem:** Sul do México e o norte da América do Sul.

**Local de coleta:** Campus da Universidade Federal do Maranhão, Bacanga, São Luis, MA (2° 33' 27.518" S / 43° 5' 38.22" W)

A goiabeira apresenta tronco tortuoso, com casca lisa, que quando envelhece se desprende em finas lâminas de cor castanha. Suas folhas são elípticas, de coloração verde clara, pilosas quando jovens e com nervuras bem marcadas. As flores são axilares, hermafroditas, de coloração branca, com longos e numerosos estames. A floração ocorre na primavera, apenas nos ramos produzidos durante o ano corrente.

As goiabas são frutos do tipo baga, ovoides, de casca fina, lisa e verde, que se torna amarela quando bem amadurecida. A polpa é delicada, doce e perfumada, e pode ser vermelha ou branca, de acordo com variedade. Suas sementes são pequenas, duras, de cor amarelo claro, em formato de rim.

A goiabeira apresenta lugar de destaque por possuir frutas tropicais (valor nutritivo), com elevados teores de vitamina C, A e B, e ao sabor e aroma característicos, que lhe conferem excelente qualidade organoléptica (Pereira & Martinez Jr., 1986). Além do mais é usada em urbanismos e tem potencial ornamental.

Fungos isolados: *Aspergillus niger*, *Aspergillus nidulans*, *Rhizopus* sp., *Scytalidium* sp., *Syncephalastrum* sp.

***Anacardium occidentale* L. (Fig. 1G)**

**Nome Popular:** Cajueiro, Açajaíba, Acajuíba, Caju-manso, Caju-banana e Caju-manteiga.

**Família:** Anacardiaceae.

**Altura média:** 10 metros.

**Origem:** Brasil – regiões costeiras do Norte e Nordeste.

**Local de coleta:** Campus da Universidade Federal do Maranhão, Bacanga, São Luis, MA (2° 33' 27.518" S / 43° 5' 38.22" W)

O cajueiro é uma árvore com copa de tamanho proporcional, arredondada, chegando a atingir o solo. Tronco tortuoso e ramificado. Folhas róseas quando jovens e verdes posteriormente. Flores pequenas, alvo-rosadas, perfumadas. O caju é um pseudofruto. A parte de coloração amarela, alaranjada ou vermelha, é formada pelo pedúnculo que se desenvolve e contém a polpa carnosa e suculenta. O verdadeiro fruto é a conhecido pelo nome de castanha.

Seus frutos (castanha) são consumidos torrados como iguarias e da parte carnosa se faz suco. Além disso, da castanha-de-caju (rica em proteínas, calorias, lipídios, carboidratos, fosforo e ferro) é extraído um óleo comestível que pode ser utilizado em substituição ao azeite de oliva. Embora a literatura seja bastante escassa em informações sobre o valor nutritivo e utilização de subprodutos do cajueiro para animais, já se encontram disponíveis algumas publicações. De acordo com ARAÚJO (1983), EMBRAPA (1991) e RAMOS et al. (2006), o pseudofruto desidratado do cajueiro contém 87,99%, 85,85% e 88,70% de MS, 8,11%, 8,11% e 14,00% de PB, 15,40%, 6,82% e 12,07% de FB, 2,86%, 3,16% e 4,15% de EE, 0,28%, 0,13% e 0,45% de Ca e 0,14%, 0,14% e 0,30% de P, respectivamente.

Fungos isolados: *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *Trichoderma* sp., *Coletotrichum* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp.

### ***Byrsonima sericea* DC. (Fig. 1H)**

**Nome Popular:** Murici arbóreo e Murici da praia.

**Família:** Malpighiaceae.

**Origem:** Países limítrofes com a Amazônia brasileira, América Central e Caribe.

**Altura média:** 7 a 20 metros de altura.

**Local de coleta:** Reserva Ecológica do Itapiracó (2° 42' 06,7" S / 44° 18' 22,2" W).

Possui flores amarelas em inflorescências terminais, formando cachos. Apesar do tamanho pequeno de seus frutos estes, possuem sabor e cheiro intenso. Tronco reto e copa cheia. Potencial de aproveitamento paisagístico, por sua beleza quando em flor. Época de floração e frutificação: Floresce de novembro a janeiro e frutifica em março.

Fungos isolados: *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium simplicissimum*, *Penicillium* sp.

### ***Hirtella racemosa* Lam. (Fig. 1I)**

**Nome Popular:** Ajururana, ajirú-do-mato ou murtinha.

**Família:** Chrysobalanaceae.

**Origem:**

**Local de coleta:** Reserva Ecológica do Itapiracó (2°31'51.5"S / 44°13'19.3"W).

Um arbusto que se desenvolve em biomas como caatinga, restinga e cerrado. Caule de periderme com 2-4 camadas de súber, lenticelas, idioblastos contendo drusas no córtex e floema. Na folha há presença de pêlos tectores simples, estômatos do tipo paracítico, idioblastos contendo drusas no parênquima.

Planta com potencial citotóxico contra a linhagem de câncer de pulmão humano (NCI-H-292) e potencial moderado contra linhagens de carcinoma de cólon (HT29) e laringe (HEp-2). Estudos realizados da *H. racemosa*, contribuem para o conhecimento de uma espécie com potenciais químico e farmacológico inexplorados, podendo vir a colaborar futuramente no arsenal terapêutico (Cartaxo et al, 2010).

Fungos isolados: *Scytalydyum lignicola*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Pestalotiopsis microspora*

***Phanera outimouta* Aubl. (Fig. 1J)**

**Nome Popular:** escada-de- macaco

**Família:** Fabaceae.

**Origem:** Regiões tropicais. Não endêmica do Brasil

**Local de coleta:** Reserva Ecológica do Itapiracó (2°31'51.5"S / 44°13'19.6"W).

Sua forma de vida é liana/volúvel/trepadeira; Folha: lâmina (s) bilobada (s); Flor: branca, tubo do cálice (s) botão-floral jovem (ns) não alado (s); tamanho do cálice (s) 4 12 compr. (mm); ovário (s) séssil (eis); indumento ovário (s) tomentoso (s)/seríceo (s).

Faz parte de projetos de reflorestamento com dispersão e sementes no bioma cerrado. Fungos isolados: *Aspergillus niger*, *A. japonicus*, *A. tamarii*, *A. flavus*, *Penicillium comunne*, *Scytalidium lignicola*, *Pestalotiopsis microspora*

***Senna spectabilis* Mayworn. (Fig. 1K)**

**Nome Popular:** Cássia-do-nordeste, Sena

**Família:** Fabaceae.

**Altura média:** 6 a 9 metros.

**Origem:** Brasil

**Local de coleta:** Reserva Ecológica do Itapiracó (2°31'52.0"S / 44°13'20.1"W).

Essa árvore atinge de 6 a 9m de altura, suas folhas são compostas pinadas e suas flores amarelas, dispostas em inflorescências terminais. Ela floresce durante os meses de dezembro a abril. Já o seu fruto é do tipo legume cilíndrico indeiscente e amadurecem nos meses de agosto até setembro. A Cássia-do-nordeste como o próprio nome diz, ocorre na região nordeste do Brasil, no bioma Caatinga. Essa planta ocorre na caatinga do RN. Como sua madeira é mole e relativamente pequena, ela é aproveitada apenas para confeccionar objetos leves, como por exemplo caixotes e como lenha e carvão.

A árvore é extremamente ornamental durante o longo período que permanece em flor, podendo ser empregada com sucesso no paisagismo em geral.

Fungos isolados: *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Colletotrichum* sp., *Penicillium* sp.

***Mimosa* sp.** Barneby (Fig. 1L)

**Família:** Fabaceae.

**Origem:** Nativa do Brasil

**Local de coleta:** Reserva Ecológica do Itapiracó (2°32'29.0"S / 44°13'18.7"W).

Fruto do tipo craspédio (mais raramente lomento ou sacelo), apresentando margens persistentes, com valvas inteiras ou mais frequentemente segmentadas em artículos monospermicos. Além disso, as flores são isostêmones ou diplostêmones e as anteras não apresentam glândulas apicais, o que diferencia *Mimosa* de gêneros afins como *Anadenanthera* Speg., *Parapiptadenia* Brenan, *Plathymenia* Benth., *Piptadenia* Benth., *Prosopis* L. e *Pseudopiptadenia* Rauschert (Queiroz 2009).

São pioneiras, colonizando locais perturbados, tais como beira de estradas, margem de rios e clareiras de matas. Isso deve-se ao seu rápido crescimento e à sua capacidade de regeneração vegetativa (Camargo-Ricalde & Grether 1998). Nessas áreas promovem o enriquecimento do solo e evitam a sua erosão e, portanto, facilitam o estabelecimento de outras plantas (Camargo-Ricalde & García-García 2001), o que torna suas espécies boas candidatas para a restauração de áreas degradadas.

Fungos isolados: *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium commune*, *Pestalotiopsis microspora*

***Passiflora cincinnata*** Mast. (Fig. 1M)

**Nome Popular:** Maracujá do mato.

**Família:** Passifloraceae.

**Origem:** Nativa de regiões tropicais e subtropicais.

**Local de coleta:** Reserva Ecológica do Itapiracó (2°31'52.0"S / 44°13'20.1"W).

A família abrange desde espécies trepadeiras herbáceas a arbustos e até árvores lenhosas (NUNES; QUEIROZ, 2006). É caracterizada por apresentar estípulas e gavinhas folhas pecioladas e alternadas; flores isoladas e axilares, hermafroditas, pentâmeras, com pétalas e sépalas alternando entre si, com presença de filamentos de corona, opérculo, androginóforo, 5 estames, anteras dorsofixas, óvulos numerosos, placentação perietal, 3-4 estiletes, estigmas captados, orbiculares ou reniformes também caracterizam a família (NUNES; QUEIROZ, 2006). A corona é usada para caracterização da família, juntamente com o androginóforo, longo tubo floral de órgãos sexuais, femininos e masculinos, soldados e elevados (ULMER; MACDOUGAL, 2004).

Amplamente conhecido pelas suas propriedades medicinais, em especial, por ter efeito calmante e relaxante. É uma rica fonte de potássio, ferro, fósforo, cálcio e vitaminas A C e do complexo B. A combinação de nutrição com sabor e aroma fazem com que ele seja matéria-prima para produção de produtos como sucos, polpas, geleias e sorvetes.

Fungos isolados: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium commune*, *Phoma* sp.

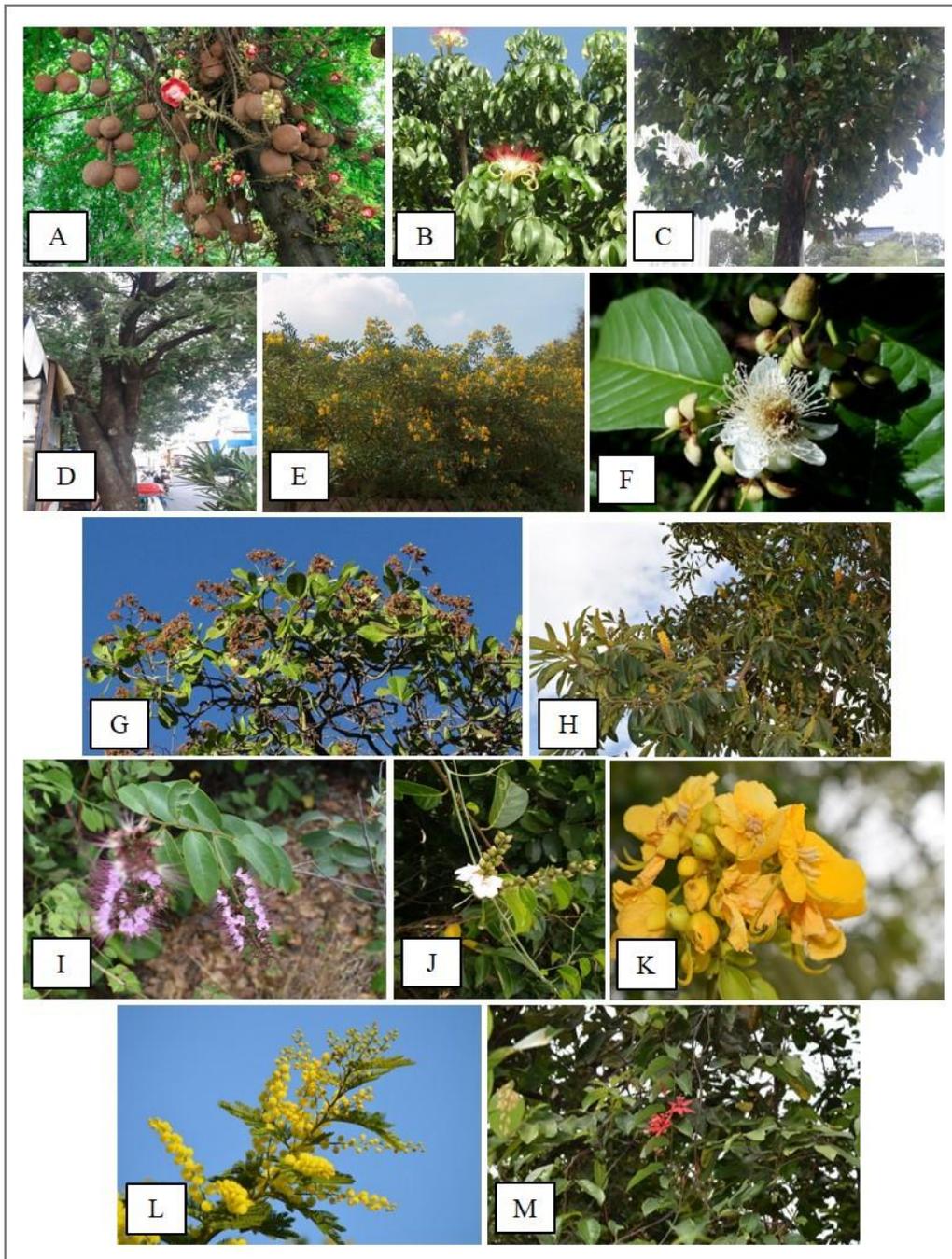


Figura 1: Plantas amostradas na Ilha de Upaon-Açu, MA, Brasil. *Couroupita guianensis* (A), *Pachira aquática* (B), *Terminalia catappa* (C), *Licania tomentosa* (D), *Senna corymbosa* (E), *Psidium guajava* (F), *Anacardium occidentale* (G), *Byrsonima sericea* (H), *Hirtella racemosa* (I), *Phanera outimouta* (J), *Senna spectabilis* (K), *Mimosa* sp. (L), *Passiflora cincinnata* (M).

## 5.2 Fungos Endofíticos de Plantas de São Luis-MA

Foram identificadas pelo menos 23 espécies de fungos endofíticos isolados das 12 espécies de plantas coletadas e analisadas, pertencentes a 12 gêneros diferentes. A maioria dos fungos endofíticos isolados e identificados neste trabalho pertencem ao filo Ascomycota recuperados em sua fase anamórfica. Fungos pertencentes ao grupo dos basidiomicetos, são mais frequentemente isolados de caules em plantas arbóreas (BILLS, 1996). Fungos oomicetos e zigomicetos são isolados como endofíticos esporadicamente (COSTA, 2008).

Tabela 2: Fungos endofíticos do município de São Luis, MA, e seus respectivos hospedeiros.

<b>Espécie</b>	<b>Filo/Classe/ordem</b>	<b>Hospedeiros</b>
<i>Aspergillus flavus</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Couropita guianensis</i> <i>Anacardium occidentale</i> <i>Hirtella racemosa</i> <i>Phanera outimouta</i> <i>Passiflora cincinnata</i>
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Anacardium occidentale</i> <i>Byrsonima sericea</i> <i>Mimosa</i> sp. <i>Passiflora cincinnata</i>
<i>Aspergillus japonicus</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Phanera outimouta</i>
<i>Aspergillus nidulans</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Psidium guajava</i>
<i>Aspergillus niger</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Couropita guianensis</i> <i>Pachira aquática</i> <i>Terminalia catappa</i> <i>Senna corymbosa</i> <i>Psidium guajava</i> <i>Anacardium occidentale</i> <i>Hirtella racemosa</i> <i>Phanera outimouta</i> <i>Senna spectabilis</i>
<i>Aspergillus</i> sp.	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Couropita guianensis</i> <i>Pachira aquática</i> <i>Licania tomentosa</i>
<i>Aspergillus tamaritii</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Phanera outimouta</i>
<i>Aspergillus terreus</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Licania tomentosa</i> <i>Senna corymbosa</i> <i>Senna spectabilis</i>
<i>Cladophialophora</i> sp.	Ascomycota/Eurotiomycetes/ Chaetothyriales	<i>Terminalia catappa</i>
<i>Coletotrichum</i> sp.	Ascomycota/Sordariomycetes/ Glomerellales	<i>Senna spectabilis</i>

<i>Fusarium</i> sp.	Ascomycota/Sordariomycetes/ Hypocreales	<i>Pachira aquática</i> <i>Senna corymbosa</i> <i>Anacardium occidentale</i>
<i>Nigrospora</i> sp.	Ascomycota/Sordariomycetes/ Trichosphaeriales	<i>Anacardium occidentale</i>
<i>Penicillium comune</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Phanera outimouta</i> <i>Mimosa</i> sp. <i>Passiflora cincinnata</i>
<i>Penicillium purporogenum</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Licania tomentosa</i>
<i>Penicillium simplicissimum</i>	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Byrsonima sericea</i>
<i>Penicillium</i> sp.	Ascomycota/Eurotiomycetes/Eurotiales	<i>Couropita guianensis</i> <i>Anacardium occidentale</i> <i>Senna spectabilis</i>
<i>Pestalotiopsis microspora</i>	Ascomycota/Sordariomycetes/Xylariales	<i>Hirtella racemosa</i> <i>Phanera outimouta</i> <i>Mimosa</i> sp.
<i>Phoma</i> sp.	Ascomycota/Dothideomycetes/ Pleosporales	<i>Passiflora cincinnata</i>
<i>Rhizopus</i> sp.	Zygomycota/Zygomycetes/Mucorales	<i>Psidium guajava</i>
<i>Scytalidium lignicola</i>	Ascomycota/Leotiomycetes/Helotiales	<i>Hirtella racemosa</i> <i>Phanera outimouta</i>
<i>Scytalidium</i> sp.	Ascomycota/Leotiomycetes/Helotiales	<i>Terminalia catappa</i> <i>Psidium guajava</i>
<i>Syncephalastrum</i> sp.	Zygomycota/Zygomycetes/Mucorales	<i>Psidium guajava</i>
<i>Trichoderma</i> sp.	Ascomycota/Sordariomycetes/ Hypocreales	<i>Anacardium occidentale</i>

Dos fungos isolados, podemos destacar um número considerável de representantes dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Até 2011 os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Paecilomyces* entre outros estavam compreendidos dentro da família Trichocomaceae. Contudo, com a mudança do novo Código Internacional de Nomeclatura para algas, fungos e plantas esta família foi subdividida em: Aspergillaceae (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Hamigera*, *Leiothecium*, *Monascus*, *Penicillioopsis*, *Phialomyces*, *Sclerocleista*, *Warcupiella* e *Xeromyces*), Trichocomaceae (*Rasamsonia*, *Sagenomella*, *Talaromyces*, *Thermomyces* e *Trichocoma*) e Thermoascaceae (*Bysochlamys*/*Paecilomyces* e *Thermoascus*) (HOUBRAKEN e SAMSON, 2011; PETERSON, 2012; VISAGIE et al., 2014).

A família Aspergillaceae está compreendida na ordem Eurotiales, classe Eurotiomycetes e filo Ascomycota. Ambos, *Aspergillus* e *Penicillium* são considerados os gêneros economicamente mais importantes desse filo, e são conhecidos por apresentarem impactos positivos e negativos sobre as atividades humanas. Algumas espécies pertencentes à família Aspergillaceae possuem propriedades fisiológicas bastante diversas como, por exemplo: crescem em baixa atividade de água, em baixas ou altas temperaturas, além de

níveis de baixa acidez e oxigênio (HOUBRAKEN et al., 2014). Devido à sua ampla distribuição geográfica *Aspergillus* e *Penicillium* são sempre encontrados em solos no mundo todo, onde são caracterizados como decompositores de matéria orgânica e bons produtores de enzimas. (COUTINHO et al., 2012).

Comumente encontrado habitando o interior de plantas, o gênero *Aspergillus* foi o mais representativo em número de espécies e isolado de todas as espécies de plantas. Este gênero tem sido descrito como endofítico em uma série de trabalhos (ALY et al., 2011). Além disso, faz parte de importantes espécies estudadas em diversas áreas do conhecimento por serem patogênicas, fitopatogênicas ou micotoxigênicas, ou ainda por serem produtoras de uma ampla variedade de enzimas e metabólitos secundários utilizados na indústria química, farmacêutica e alimentícia (SILVA, 2009).

Dentre os representantes deste gênero, *Aspergillus niger* apareceu em fragmentos de nove das 12 espécies, indicando ser um habitante comum do interior de plantas. Pode provocar uma doença chamada mofo-preto em uvas, cebolas e amendoim, e é um contaminante comum de alimentos. Ele é onipresente no solo e é comumente relatado em ambientes internos, onde suas colônias pretas podem ser confundidas com as de *Stachybotrys* (cujas espécies são também chamadas de "bolor-negro"). Macroscopicamente, este fungo pode ser identificado crescendo em substratos produzindo colônias com hifas brancas a amareladas, tornando-se pretas com a formação de conídios. Microscopicamente, *A. niger* pode ser identificado por suas hifas hialinas e septadas. Os conidióforos são longos (400-3000 µm) com vesículas esféricas no ápice. É bisseriado, a métula cobre toda a superfície da vesícula a partir da qual as fiálides se estendem. Conídios são globosos, de cor marrom a preto com superfície rugosa.

*Aspergillus flavus*, por sua vez, também foi isolado em alta frequência nas amostras de plantas nativas. Na natureza, *A. flavus* é capaz de crescer em muitas fontes de nutrientes. É predominantemente uma espécie saprófita e cresce em plantas mortas e tecido animal no solo. Por este motivo, é muito importante na ciclagem de nutrientes. O crescimento do fungo é favorecido em condições de calor seco. Os limites de temperatura para crescimento variam de 10 a 43 °C, sendo a temperatura de 33 °C considerada a ótima. Pode produzir micotoxinas chamadas Aflatoxinas, que tem efeitos tóxicos e carcinogênicos. A presença do fungo não necessariamente é indicador da presença da micotoxina em grãos. Os conidióforos são hialinos, bem desenvolvidos com produção abundante de conídios. Última célula do conidióforo apresenta formato ampuliforme, na qual emergem dezenas de fiálides que produzirão os conídios. Quando jovem, essa célula é globosa, de cor clara e não pulverulenta.

Os conídios são hialinos, esféricos, ameroseptados e produzidos em cadeias (ANDRADE & LIMA, 2010).

Assim como *A. flavus*, foi relatada a presença da espécie *A. tamarii*. Ambas as colônias são semelhantes morfológicamente, porém *A. flavus* possui colônias de coloração verde oliva claro em MEA enquanto *A. tamarii* as colônias vão do verde oliva escuro até um marrom esverdeado. *Aspergillus fumigatus* e *A. japonicus* foram as duas espécies unisseriadas do gênero.

*A. fumigatus* e *A. japonicus*, apesar de menos frequentes, também foram identificados como endófitos de plantas deste trabalho. *A. fumigatus* é o agente etiológico mais comum, sendo responsável por aproximadamente 90% das infecções humanas, porém, não é o único patógeno neste gênero. *A. flavus*, *A. terreus*, *A. niger* e *A. nidulans* também podem causar infecções humanas (LATGÉ, 1999). *A. japonicus*, assim como *A. niger* pertence a seção Nigri (KLICH, 2002) e tem sido muito estudado devido a produção de enzimas denominadas tanases, importantes para o tratamento de efluentes de curtumes, cujas frações parcialmente purificadas ou purificadas também podem ser empregadas para produzir ácido gálico, um produto químico usado em farmacêuticos. A enzima já foi isolada de fungos como *Penicillium* sp., 3.4 *Aspergillus niger*, 5 *A. flavus* 6 e *Candida* sp. 7, além de *A. japonicus*

A n-acetilação de aminas aromáticas por *Aspergillus japonicus* é uma ferramenta para biorremediação e preparação de produtos bioativos. Adicionalmente, o processo de biotransformação empregando o fungo se apresenta como um processo de baixo impacto ambiental para a preparação dos importantes produtos para a indústria farmacêutica acetanilida e acetaminofeno (paracetamol) (LIMA et al. 2017).

O gênero *Penicillium*, por sua vez, é importante no que se refere a contaminação alimentar, são amplamente distribuídos no mundo todo, estão presentes em solos, no ar, vegetação em deterioração e algumas espécies tem sido relatadas como endofíticas (PITT, 2009). As espécies deste gênero têm sido utilizadas como modelo em estudos básicos, porém muitas pesquisas aplicadas têm demonstrado seu enorme potencial biotecnológico. Algumas espécies podem ser utilizadas no biocontrole, micoparasitismo, utilização de seus metabólitos secundários para diversas indústrias, são fontes de enzimas de interesse industrial e novos fármacos para a indústria farmacêutica (PALLU, 2010). Além disso, muitas delas podem produzir micotoxinas prejudiciais a saúde de animais e humanos (PITT, 2009)

Além de *Aspergillus* e *Penicillium*, outros fungos isolados como endofíticos no Maranhão também possuem importante aplicação biotecnológica. *Pestalotiopsis*, por exemplo, é um gênero anamórfico conidial portador de apêndices (Coelomycetes) na família

Amphifeseriaceae (BARR 1975, 1990; KANG et al.1998, 1999). Estudos moleculares mostraram que *Pestalotiopsis* é monofilética (JEEWON et al. 2002, 2003, 2004). As espécies de *Pestalotiopsis* são comuns em ecossistemas tropicais e temperados e podem causar doenças nas plantas (DAS et al., 2010), mas são frequentemente isoladas como endófitas (LIU et al., 2006; WEI et al., 2007; WATANABE et al. 2010), ou ocorrem como saprófitas (WU et al., 1982; AGARWAL e CHAUHAN 1988; YANNA et al., 2002; HU et al.2007; LIU et al., 2008a).

*Pestalotiopsis microspora* tem recebido muita atenção da comunidade científica. No entanto, isso não é por sua natureza patogênica, mas sim porque suas espécies demonstraram produzir muitos metabólitos secundários importantes (STROBEL et al., 2002; ALY et al., 2010; XU et al., 2010). Um destes metabólitos é o Taxol, um importante fármaco quimioterapêutico utilizado no tratamento de câncer de mama e ovário (KUMARAN et al., 2010).

Russel et al. (2011) verificaram que dois isolados amazônicos de *Pestalotiopsis microspora* (E2712A e E3317B) conseguiram degradar poliéster poliuretano (PUR) quando cultivados anaerobicamente. Para estes dois organismos, o nível de atividade foi o mesmo quando cultivado em condições aeróbias ou anaeróbicas. Esta observação pode ter significado prático em que este fungo pode ser usado em sistemas de fermentação anaeróbica para degradar PUR. Devido a essa capacidade, *P. microspora* já vem sendo chamado de “fungo comedor de plástico”.

*Scytalidium spp.* é um fungo filamentoso, sapróbio do solo e plantas, considerado, atualmente, patógeno primário das unhas. A prevalência das infecções ungueais causadas por este fungo vem aumentando nas últimas décadas, embora ainda sejam poucos os trabalhos publicados sobre sua epidemiologia.

*Rhizopus sp.* em ágar Sabourraud, à 25°C, cresce rapidamente, invadindo toda a placa, de cor branca inicialmente e amarela a marrom claro com o passar do tempo; Aspecto microscópico: Hifas de diâmetro largo, asseptadas; nós, estolões e rizoides estão presentes. Esporangióforos simples e/ou ramificados, hialinos a marrom claro, elevam-se nos nós sobre os rizoides. No ápice são encontrados esporângios escuros, globosos, com colunela e inúmeros esporangiosporos endógenos, globosos e-ou ovais, hialinos e-ou coloridos. Zigosporos escuros, não recobertos por hifas, em suspensores retos, grandes, dilatados e sem apêndices.

*Syncephalastrum sp.* é um fungo de crescimento rápido, sendo flocosa, a princípio branca, tornando-se posteriormente cinza. Aspecto microscópico: Micélio hialino cenocítico

ramificado com ocasionais e irregulares septos. Esporangióforos retos, ramificados, terminando em vesículas individuais globosas a ovoides. Das vesículas nascem longos esporângios tubulares denominados merosporângios, no interior dos quais formam-se uma única fileira de esporangiosporos globosos, ovais e/ou cilíndricos.

*Nigrospora* é um fungo filamentosos dematiáceos amplamente distribuídas no solo, plantas em decomposição e sementes. É um dos contaminantes comuns de laboratório. O fungo *Nigrospora* sp possui uma importante fonte de drogas para o tratamento de diversas patologias. A afidicolina, um metabólito isolado do fungo, que é descrita como tendo ação de inibição da divisão celular por atuar impedindo a função da DNA polimerase, foi testada contra promastigotas e amastigotas de donovani ( Leishmaniose) (KAYSER et al., 2001).

*Fusarium* é um dos mais abundantes gêneros de fungos de solo, englobando espécies de importância ambiental, agrícola e, até mesmo, relacionadas a doenças em humanos e animais (Wakelin *et al.*, 2008). Podem ser patogênicos a uma grande variedade de plantas, muitas delas de interesse econômico, provocando doenças como murcha vascular, *damping off* e podridões de raiz e colo (Agrios, 2005; Wakelin *et al.*, 2008).

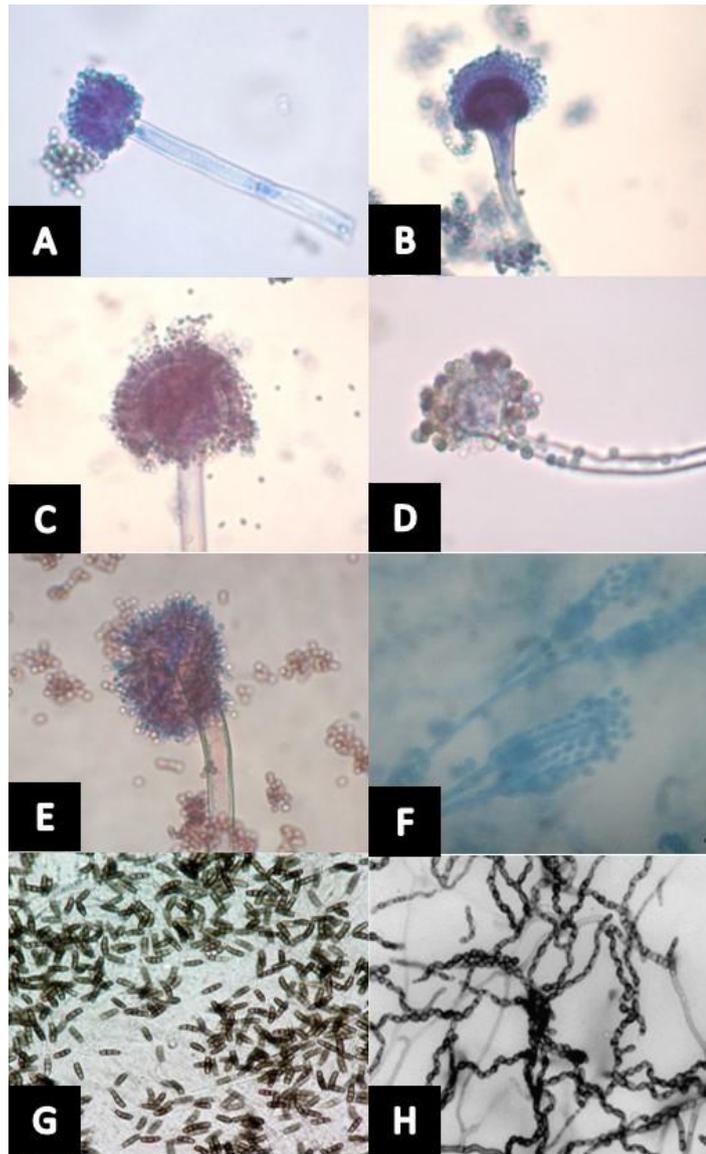


Figura 2: Fotomicrografias de fungos endofíticos isolados de plantas na Ilha de Upaon-Açu, MA, Brasil. *Aspergillus flavus* (A), *A. fumigatus* (B), *A. japonicus* (C), *A. tamarii* (D), *A. niger* (E), *Penicillium* sp. (F), conídios de *Pestalotiopsis microspora* (G), *Scytalidium* sp. (H).

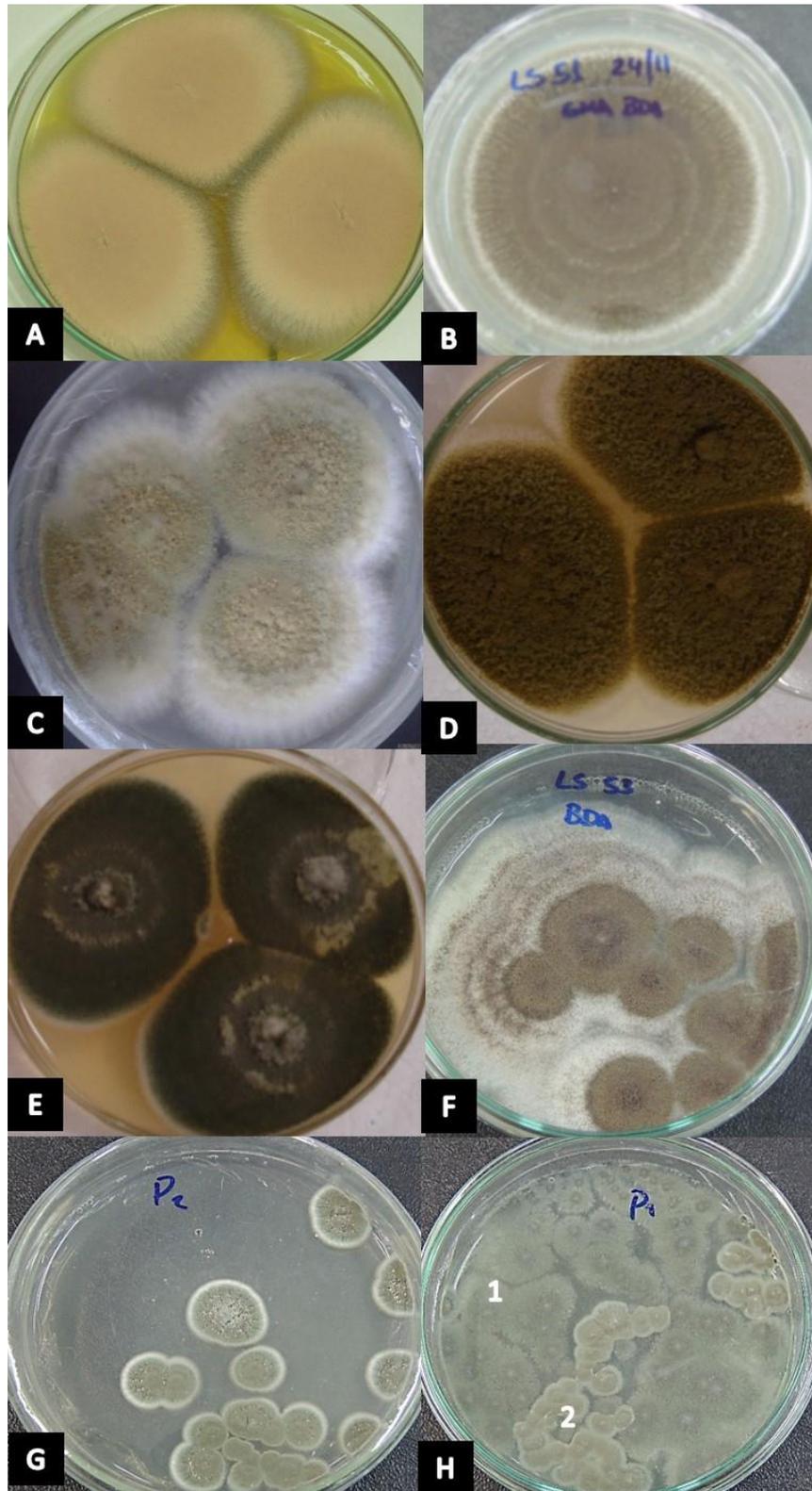


Figura 3: Algumas colônias isoladas em meio BDA. *Aspergillus terreus* (A), *A. niger* (B), *A. flavus* (C), *A. tamarii* (D), *Penicillium purpurogenum* (E), *A. japonicus* (F), *P. commune* (G), *P. simplicissimum* (H2), *Penicillium* sp. (H1)

## 6. CONCLUSÕES

- Vinte e três espécies de fungos endofíticos foram identificados e descritos habitando 12 espécies de plantas na Ilha de Upaon –Açú, MA;
- *Anacardium occidentale* e *Phanera outimota* foram as espécies de planta que apresentaram maior riqueza de fungos endofíticos;
- *Aspergillus niger* e *A. flavus* foram as espécies de fungo que apresentaram maior gama de hospedeiro, sendo encontrados em nove e cinco espécies de planta respectivamente.
- Os resultados não permitem inferir nenhuma relação de especificidade entre fungo e planta ou fungo e família botânica.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integridade da paisagem é um indicador de biodiversidade e as unidades de conservação, com sua função de proteção dos recursos naturais, têm importância fundamental na manutenção de fragmentos e de sua biodiversidade. O total de áreas remanescentes de vegetação, em suas diferentes fisionomias (Figura 4), totaliza 75% do Maranhão, e apesar disso, menos de 19% do Estado está protegido por unidades de conservação, englobando as categorias reserva biológica (0,8% do Estado), Parque Nacional e Estadual (3,7%) e Estação Ecológica (0,0003%) como unidades de proteção integral, e Área de Proteção Ambiental (14,2%), Reserva Extrativista (0,1%) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (0,01%) como unidades de uso sustentável (BRASIL, 2014).

Claro que há a exploração desses bens ecológicos: desmatamento, poluição, contaminação por agentes químicos e físicos, etc. Eis a necessidade de salientar a importância dos Biomas, conscientizar sobre a preservação. Gerenciar este imenso patrimônio biológico requer o estabelecimento de estratégias, planos e programas que assegurem a utilização sustentável dos recursos naturais (Dias 2001). O Brasil assumiu o compromisso de “preservar” ao tornar-se signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica e assinar a Agenda 21 durante a Conferência (CBD), realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

Nesse contexto, o conhecimento da biodiversidade a nível local é de extrema importância. No caso dos microrganismos, especialmente os fungos, o conhecimento da diversidade não só é importante para a preservação dos biomas mas também porque estes

seres vivos são fontes inestimáveis de recursos biológicos. Estes recursos podem ser utilizados para a saúde e bem estar da espécie humana e, devido ao papel que eles desempenham na natureza, servir como aliados na remediação dos impactos negativos causados pelo homem no meio ambiente.

Os resultados desta pesquisa demonstraram uma grande riqueza de fungos endofíticos ocorrendo nas plantas em seu ambiente natural e em ambientes já afetados pelo homem. Essa riqueza permite afirmar que temos aqui em nosso estado uma fonte ampla de recursos naturais para futuros estudos na área da saúde, da biotecnologia, das ciências agrárias, etc.

Além disso, a rica e diversa flora tropical presente no Maranhão passa a contar com mais um motivo para ser preservada e explorada de maneira consciente e sustentável. A maioria destas espécies de plantas tem grande potencial paisagístico, medicinal, industrial, e agora pode ter potencial biotecnológico por servir de abrigo a importantes microrganismos. Os próximos passos podem mirar em estudos comparando a diversidade destes fungos endofíticos em diferentes espécies ou famílias de plantas, de modo a se compreender as relações endofítico/hospedeiro, além de estudos de prospecção de substâncias bioativas produzidas por estas plantas e por seus “habitantes” fúngicos.

## 8. REFERÊNCIAS

ABREU, L.M., ALMEIDA, A.R., SALGADO, M. PFENNING, L.H. Fungal endophytes associated with the mistletoe *Phoradendron perrottettii* and its host tree *Tapirira guianensis*. **Mycol Progress** V. 9, p. 559-566. 2010;

AGRIOS, G.N. (2005) *Plant Pathology*. 5.<sup>a</sup> ed. Burlington, USA, Elsevier Academic Press, 922p;

ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. 2010. Centro de Endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários** v. 36, p. 95-111;

ALY, A. H.; DEBBAD, A.; KJER, J.; PROKSCH, P. 2010. Fungal endophytes from higher plants: a prolific source of phytochemicals and other bioactive natural products. **Fungal Diversity**, v. 41, p. 1-16;

ALY, A. H.; DEBBAB, A.; PROKSCH, P. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. **Applied microbiology and biotechnology**, Berlin, v. 90, n. 6, p. 1829–1845, 2011;

AMAZÔNIA MARANHENSE: Diversidade e Conservação / Organizado por Marlúcia Bonifácio; Martins; Tadeu Gomes de Oliveira – Belém: MPEG, 2011.328 p.: il;

ANDRADE, J.M.S.; LIMA, M.P. **Aspectos gerais e morfológicos de *Aspergillus flavus***. 2010. Disponível em: <[http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2010/12/aspectos-gerais-e-morfologicos-de\\_13.html](http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2010/12/aspectos-gerais-e-morfologicos-de_13.html)> Acesado em: 1 dezembro 2017;

ARAÚJO, E. P.; LOPES, J. R.; CARVALHO FILHO, R. **Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia maranhense**. In: MARTINS, M.; B.;

ARNOLD AE, LUTZONI FL (2006) Diversity and host range of foliar fungal endophytes: Are tropical leaves biodiversity hotspots?. *Ecology* 88:541–549

ARAÚJO, Z. B. Estudo de níveis de substituição do milho pelo pseudofruto desidratado do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em rações para frangos de corte. Fortaleza, 1983. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFC;

- ARAÚJO, W. L. Microrganismos endofíticos no controle biológico. In: **VII Reunião de controle biológico de fitopatógenos**, Anais, Bento Gonçalves, RS, Embrapa Uva e Vinho, 2001. 136p;
- ARNOLD EA, LUTZONI F (2007). Diversity and host range of foliar fungal endophytes: are tropical leaves biodiversity hotspots? *Ecology* 88: 541-549;
- AZEVEDO, J. L. 1999. Botânica: uma ciência básica ou aplicada? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 225-229;
- AZEVEDO, J. L. Microrganismos endofíticos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.) *Ecologia microbiana*. Jaguariúna: EMBRAPA, 1998. p. 117-137;
- AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JUNIOR, W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology, Chile*, v. 3, n. 1, p. 40-65, 2000;
- AZEVEDO, J.L.; MACCHERONI, W.J.; ARAÚJO, W.L.; PEREIRA, J.O. Microrganismos Endofíticos e seu Papel em Plantas Tropicais. In: AZEVEDO, J. L.; SERAFINI, L.A.; BARROS, N.M. *Biotecnologia: Avanços na Agricultura e na Agroindústria*. Caxias do Sul: Educs, 2002. p.269-294;
- AZEVEDO, J.L; ARAUJO, W.L. Diversity and applications of endophytic fungi isolated from tropical plants. In: GANGULI, B.N.; DESHMUKH, S.K. (Ed.) *Fungi: multifacetated microbes*. Boca Raton: CRC Press, 2007. chap. 6,p.189-207;
- BADAWI, F. S. F.; BIOMY, A. M. M.; DESOKY, A. H. Peanut plant growth and yield as influenced by co-inoculation with Bradyrhizobium and some rhizo-microorganisms under sandy loam soil conditions. *Annals of Agricultural Science*, v. 56, n. 1, p. 17-25, 2011;
- BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L; VICENTE. L. E; VICTORIA, D. C; SPINELLI-ARAUJO, L. S. **Macrozoneamento ecológico-econômico: potencialidades e fragilidades do estado do Maranhão**. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 2014, Aracaju. Anais... Aracaju: UFS, 2014. p. 449-453;
- BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v.66, n.4, p.1085-1113. 2015. (DOI: 10.1590/2175-7860201566411);

BILLS, G.F. Isolation and analysis of endophytic fungal communities from woody plants. In: REDLIN, S.C. and CARRIS, L.M. (eds). *Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants: systematics, ecology, and evolution*. American Phytopathological Society Press, St Paul; 1996;

BOVINI, M.G., ESTEVES, G., DUARTE, M.C., TAKEUCHI, C., KUNTZ, J. 2015. Malvaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB84918>;

BRASIL. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 128 p.

CAMARGO-RICALDE, S.L. & GARCÍA-GARCÍA, V. 2001. El género *Mimosa* L. (Fabaceae) y la restauración ecológica. *Contactos* 39:34-42.

CAMARGO-RICALDE, S.L. & GREYER, R. 1998. Germinación, dispersión y establecimiento de plântulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. *Rev. Biol. Trop.* 46:543-554;

CARDOSO JC. Melhoramento de espécies ornamentais como estratégia para o desenvolvimento e autossuficiência do setor. *Horticultura Brasileira* 31 1. 2013;

CARDOSO JC; ISRAEL M. Levantamento de espécies da família Orchidaceae em Águas de Sta. Bárbara (SP) e seu cultivo. *Horticultura Brasileira* 23: 169-173. 2005;

CARTAXO SL, SOUZA MMA, ALBUQUERQUE UP 2010. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. *J Ethnopharmacol* 131: 326-342;

CARTER, G. T. 2011. Natural products and pharma. **Natural Products Report**, v. 28, p. 1783- 1789;

CATÁLOGO DE PLANTAS E FUNGOS DO BRASIL, volume 2 / [organização Rafaela Campostrini Forzza... et al.]. - Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 2.v. 830 p. il.

CHAPLA, V. M.; BIASETTO, C. R.; ARAUJO, A. R. 2013. Fungos Endofíticos: Uma Fonte Inexplorada e Sustentável de Novos e Bioativos Produtos Naturais. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 421-437;

CHITHRA, S. et al. Piperine production by endophytic fungus *Colletotrichum gloesporioides* isolated from *Piper nigrum*. *Phytomedicine*, v.21, n.4, p.534-540, 2014;

CLAY, K. (1988b) Fungal endophytes of grasses: a defensive mutualism between plants and fungi. *Ecology*, 69:10-16;

CONSERVATION INTERNATIONAL do BRASIL, FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas & Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

COSTA, L. A. Comunidade de fungos endófitos associados ao cacaueteiro em vegetação nativa e sob o sistema de monocultivo. Fungos endófitos associados ao cacaueteiro. 2008. Cap. 2, p. 18-61. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

DIAS, B. 2001. Demandas governamentais para o monitoramento da diversidade biológica brasileira. Pp. 17-28. In: I. Garay & B. Dias (Orgs.). Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Ed. Vozes, Rio de Janeiro.

EMBRAPA. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3. ed. Concórdia : EMBRAPA (SC) – CNPSA, 1991. 97 p. (Documento 19);

EXELL A.W. & REITZ, P.R., Fl. Ilustr. CATARIN. 1, Fasc. COMB.:1-26, 1967;

GASCON, C.; BIERREGAARD JR., R. O.; LAURANCE, W. F. & RANKIN-DE-MERONA, J. 2001. Deforestation and forest fragmentation in the Amazon. **In:** Bierregaard Jr. R.O., GASCON, C.; LOVEJOY, T.E. & MESQUITA, R (Eds.). **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest.** pp. 22-30. Yale University Press, New Haven, EUA;

GUIMARÃES, D.O. Prospecção química e biológica em fungos endofíticos associados a *Viguiera arenaria* (Asteraceae). 2006. 236f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)–Faculdade de Ciências Farmacêutica de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto. 2006;

HOUBRAKEN, J.; DE VRIES, R.P.; SAMSON, R.A. Modern taxonomy of biotechnologically important *Aspergillus* and *Penicillium* species. **Adv. Appl. Microbiol.**, v. 86, p. 199-249, 2014;

HOUBRAKEN, J.; SAMSON, R.A. Phylogeny of *Penicillium* and the segregation of Trichocomaceae into three families. **Studies in Mycology**, v. 70, p. 1-51, 2011;

HYDE, K.D. and SOYTONG, K. (2007). Understanding microfungal diversity - a critique. *Cryptogamie mycology* 28:281 – 289;

IBGE. Mapa de biomas. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em: 12 out. 2016;

JIMÉNEZ-TEJA, D. et al. Lipase-catalyzed resolution of 5- acetoxy-1,2-dihydroxy-1,2,3,4-tetrahydronaphthalene. Application to the synthesis of (+)-(3R,4S)-cis-4- hydroxy- 6-deoxyscytalone, a metabolite isolated from *Colletotrichum acutatum*. *Tetrahedron*, v.65, p.3392–3396, 2009;

KAYSER, O.; KIDERLEN, A. F.; BERTELS, S.; SIEMS, K. Antileishmanial Activities of Aphidicolin and its Semisynthetic Derivatives. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* , 45(1):288-292,2001. LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C.; HEINS-VACCARI, E. M.; MELO, N. T. Tratado de micologia médica. ed. 9. São Paulo: Sarvier. 2002.

KLICH, M.A. **Identification of common Aspergillus guide**. Amer Society for Microbiology, 2002. 116 p;

KUMARAN, R.S.; KIM, H.J.; HUR, B.K. Taxol-producing [corrected] fungal endophyte, *Pestalotiopsis* species isolated from *Taxus cuspidata*. **J Biosci Bioeng**. V. 110, n. 5, p. 541-546. 2010;

LATGÉ, J.P. *Aspergillus fumigatus* and Aspergillosis. **Clinical Microbiology Reviews**. v. 12, n. 2, p. 310-350. 1999;

LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. 2002. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Contexto, São Paulo;

DE LIMA, D.; GIANNESI, G.; DOS SANTOS, E.; EBBING, T.; LOPES, R.; LOPO, M.; BEATRIZ, A.; MARQUES, M.M.; MARCHETTI, C. N-Acetylation of Aromatic Amines by the Soil Fungus *Aspergillus japonicus* (UFMS 48.136). **Letters in Organic Chemistry**, 14(999):1-1, 2017.

MARGULES, C.R. & PRESSEY, R.L. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253, 2000.

MARSCHNER, P.; SOLAIMAN, Z; RENGEL, Z. Rhizospore properties of Poaceae genotypes under P – limiting conditions. *Plant and soil*, Dordrecht, v.283,p. 11-24,2006

MEISTER, B.; KRAUSS, J.; HÄRRI, S. A.; SCHNEIDER, M. V.; MULLER, C. B. Fungal endosymbionts affect aphid population size by reduction of adult life span and fecundity. *Basic and Applied Ecology*, Jena, v. 7, p. 244- 252, 2006;

MENEZES, M. et al. Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. *Rodriguésia*. v. 66, n. 4, p. 1047-62. 2015;

MMA. 2002. Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília;

NUNES, T.S.; QUEIROZ, L.P. Flora da Bahia: Passifloraceae. *Sitientibus*, v.6, n.3, p. 194-226, 2006;

OKI, Y.; SOARES, N.; BELMIRO, M. S.; CORRÊA JUNIOR, A.; FERNANDES, G. W. Influência dos fungos endofíticos sobre os herbívoros de *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). *Neotropical Biology and Conservation*, Sao Leopoldo, v. 4, n. 2, p. 83-88, 2009;

OLIVEIRA, A. G.; JUNIOR, A. F. C.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. *Revista Verde*, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012;

OLIVEIRA, T. G. de (Org.). Amazônia maranhense: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. p. 35-46;

- OWNLEY, B. H.; GWINN, K. D.; VEGA, F. E. 2010. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution. **BioControl**, v. 55, p. 113-118;
- PALLU, A. P. S. Potencial biotecnológico de fungos do gênero e interação com cana-de-açúcar. 2010. 129 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2010;
- PEIXOTO-NETO, P.A.S.; AZEVEDO, J.L.; ARAÚJO, W.L.. Microrganismos endofíticos: interações com plantas epotencial biotecnológico. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, v.29, p. 62-76, 2002;
- PEIXOTO NETO, P. A. S.; AZEVEDO, J. L.; CAETANO, L. C. Microrganismos endofíticos em plantas: status atual e perspectivas. *Boletín Latino-americano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, Santiago, v. 3, n. 4, p. 69-72, 2004;
- PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JR., M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Suma, 1986. 142p;
- PETRINI, O. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In: Fokkema, N. J.; Heuvel, L. van den (Ed.). *Microbiology of the phyllosphere*. p.87-175, 1986;
- PETRINI, O.; STONE, J. & CARROLL, F.E. 1992. Endophytic fungi in evergreen shrubs in western Oregon: a preliminary study. **Canadian Journal of Botany**, v. 60, p. 789-796;
- PICCOLI, P.; TRAVAGLIA, C.; COHEN, A.; SOSAL, L.; CORNEJO, P.; MASUELLI, R.; BOTTINI, R. An endophytic bacterium isolated from roots of the halophyte *Prosopis strombulifera* produces ABA, IAA, gibberellins A1 and A3 and jasmonic acid in chemically-defined culture medium. *Plant Growth Regulation*, n. 2, v. 64, p. 207-210, 2011;
- PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage**. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2009;
- PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. *Biologia da Conservação*. Londrina, Gráfica Editora Midiograf, 2001;
- QUEIROZ, L.P. 2009. *Leguminosas da Caatinga*. Editora Universitária da UEFS, Feira de Santana;

- RAMOS, L.S.N.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V. et al. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n.3, p. 804-810, 2006;
- RAPS, A.; VIDAL, S. Indirect effects of an unspecialized endophytic fungus on specialized plant – herbivorous insect interactions. *Oecologia*, Berlin, v. 114, p. 541-547, 1998;
- RIOS, L. Estudos de geografia do Maranhão. São Luís: Gráphis Editora, 2001;
- RODRIGUES, R. S. et al. O Gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot. Brás.* 19(1): 1-16. 2005;
- RYAN, R. P.; GERMAINE, K.; FRANKS, A.; RYAN, D. J.; DOWLING, D. N. Bacterial endophytes: recent developments and applications. *FEMS Microbiology Letters*, Amsterdam, v. 278, p. 1-9, 2008;
- SANTOS FILHO, F. S.; ALMEIDA JUNIOR, E. B.; SOARES, C. F. R. S. Cocais: zona ecotonal natural ou artificial? *Revista Equador*, v. 1, n. 1, p. 2-13, 2013;
- SAIKKONEN K, FAETH SH, HELANDER M, SULLIVAN TJ (1998). Fungal endophytes: A Continuum of Interactions with Host Plants. *Annual Review of Ecology and Systematic* 29: 319-343;
- SCHULZ, B.; BOYLE, C.; BRAEGER, S.; ROMMERT, A.; KROHN, K. 2002 ) Endophytic fungi: a source of biologically active secondary metabolites. ***Mycological Research***, v. 106, p. 996-1004;
- SILVA, J. M. C.; RYALANDS, A. B. & FONSECA, G. A. B. 2005. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. ***Megadiversidade***, v. 1, p. 124-131;
- SILVA, R. L. O.; LUZ, J. S.; SILVEIRA, E. B.; CAVALCANTE, U. M. T. 2006. Fungos endofíticos em *Annona* spp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.). ***Acta Botanica Brasilica***, v. 20, n. 3, p. 649-655;
- SILVA, D.M. Identificação de espécies de *Aspergillus* Seção Nigri por taxonomia polifásica e descrição de duas novas espécies do gênero. 2009. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Lavras, 2009;

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática – Guia ilustrado para identificação das famílias Fanerogramas exóticas do Brasil, baseado em APG II.2 ed. Nova Odessa, S.P: Instituto Plantarum, 2008;

SOUZA, V.C., BORTOLUZZI, R.L.C. 2010. Senna in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro;

SPINELLI-ARAÚJO, L.; BAYMA-SILVA, G.; TORRESAN, F.E.; VICTORIA, D.; VICENTE, L.E.; BOLFE, E.L.; MANZATTO, C. **Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados Geoespaciais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 28 p. 2016;

STROBEL, G.; DAISY, B. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, New York, v. 67, n. 4, p. 491-502, 2003;

ULMER, T., MACDOUGAL, J.M. *Passiflora - Passion flowers of the world*. Portland: Timber Press, 2004;

VAZ, A.M.S.F. 2015. Bauhinia in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22825>;

VISAGIE, C.M. et al. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. **Studies in Mycology**, v. 78, p. 343-371, 2014;

VITORINO, L. C., SILVA, F. G., SOARES, M. A., SOUCHIE, E. L., COSTA, A. C.; LIMA, W. C. Solubilization of calcium and iron phosphate and in vitro production of Indoleacetic acid by Endophytic isolates of *Hyptis marrubioides* Epling (Lamiaceae). *International Research Journal of Biotechnology*. v. 3, n.4, p. 47-54, 2012;

WAKELIN, S.A.; WARREN, R.A.; KONG, L. E HARVEY, P.R. (2008) Management factors affecting size and structure of soil *Fusarium* communities under irrigated maize in Australia. *Applied Soil Ecology*, vol.39, n.2, p. 201–209;

YANG, X.; ZHANG, J.; LUO, D. 2012. The taxonomy, biology and chemistry of the fungal *Pestalotiopsis* genus. **Natural Products Report**, v. 29, p. 622-641;