



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MICOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE
EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

RÚBIA VALÉRIA RAGO

**DIVERSIDADE DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE *Handroanthus chrysotrichus*
(Mart. ex DC.) Mattos] DA MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE BRASILEIRO.**

Recife

2023

RÚBIA VALÉRIA RAGO

**DIVERSIDADE DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE *Handroanthus chrysotrichus*
(Mart. ex DC.) Mattos] DA MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE BRASILEIRO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dra. Oliane Maria Correia Magalhães

Co-orientador: Me. Anthony Dias Cavalcanti

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Rago, Rúbia Valéria.

Diversidade de Fungos Endofíticos de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos] da Mata Atlântica do Nordeste Brasileiro / Rúbia Valéria Rago. - Recife, 2023.

36 : il., tab.

Orientador(a): Oliane Maria Correia Magalhães

Coorientador(a): Anthony Dias Cavalcanti

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas /Ciências Ambientais - Bacharelado, 2023.

I. Diversidade de Fungos. 2. Mata Atlântica. 3. Ecologia. 4. ipê-amarelo. 5. PARNAH do Monte Pascoal . I. Magalhães, Oliane Maria Correia. (Orientação). II. Cavalcanti, Anthony Dias. (Coorientação). III. Título.

570 CDD (22.ed.)

RÚBIA VALÉRIA RAGO

DIVERSIDADE DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE *Handroanthus chrysotrichus*
(Mart. ex DC.) Mattos] DA MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE BRASILEIRO.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do
Curso de Bacharelado em Ciências
Biológicas com ênfase em
Ciências Ambientais, da
Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos
requisitos à obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Data de Aprovação: 26/04/2023

Nota:

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente

OLIANE MARIA CORREIA MAGALHAES

Data: 08/05/2023 11:15:40-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª. OLIANE MARIA CORREIA MAGALHÃES
(Orientadora) Departamento de Micologia-CB- UFPE



Documento assinado digitalmente

LAURA MESQUITA PAIVA

Data: 08/05/2023 09:43:36-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª LAURA MEQUISTA PAIVA (1^º
Titular) Departamento de Micologia- CB-UFPE



Documento assinado digitalmente

LAYANNE DE OLIVEIRA FERRO

Data: 07/05/2023 17:34:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma.LAYANNE DE OLIVEIRA FERRO (2^º Titular)
Departamento de Micologia- CB- UFPE

RECIFE
2023

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por ter me dado saúde, sabedoria e forças para superar as dificuldades, e também por permitir que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas em todos os momentos. Quero agradecer também a Nossa Senhora Aparecida por acalmar meu coração nos momentos mais difíceis de minha jornada.

Agradeço também aos meus Pais por sempre estarem presente em minha vida, pelo apoio, pelo incentivo, pela compreensão nos momentos de minha ausência dedicados aos estudos, e por nunca largarem minha mão nos momentos mais felizes e tristes enfrentados no longo desses anos. Agradeço ao meu primo Otávio por sempre está comigo desde o início de minha jornada acadêmica, por sempre me levar e buscar na escola, curso e faculdade, e por compreensão nos meus momentos de estresses.

Agradeço ao meu namorado Denilton por sempre estar comigo, pela minha ausência em muitos momentos decorrente dos estudos, por ter aguentado meus choros, e por sempre ter acreditado no meu potencial.

Quero agradecer também ao meu grupo do curso o Braba de Milhões, Arthur Felipe, Daniele Kelly, Diego Nascimento, Ítalo Monteiro, João Victor, Lettícia Lima, e Samantha Cavalcanti por todo esses anos vividos, pelos inúmeros aprendizados, aventuras, experiências e risadas, vocês foram essenciais na minha trajetória, guardarei vocês eternamente no meu coração. Agradeço também a Edna uma amiga que no percurso do curso apareceu em minha vida, obrigada mana pelo incentivo, pelos conselhos, por acreditar em mim, pelas diversas ajudas, por sempre está com essa gargalhada maravilhosa que alegra todos ao seu redor, e por sempre ter a palavra de conforto naqueles momentos mais difíceis, minha gratidão por você é inexplicável.

Agradeço a minha Orientadora Profa. Oliane Magalhães por aceitar desde o início me orientar, por ser sempre prestativa e dedicada, obrigada por compartilhar seus conhecimentos, pelo apoio, pela paciência, e por sempre motivar e acreditar no meu potencial como aluna.

Agradeço também a Profa. Laura Mesquita por ter aberto as portas do laboratório, e me deixado conhecer o outro lado da vida acadêmica, e por ser uma professora maravilhosa, atenciosa e acolhedora com todos que lhe convive.

Quero também agradecer Anthony Cavalcanti por todo aprendizado, pelo apoio e por toda paciência. Obrigada por está sempre disposto a me ensinar tudo que você sabe, e por não medir esforços para me ajudar independentemente de qualquer coisa.

Quero agradecer também a todos do laboratório de Micologia Ambiental, pelo acolhimento, pelos ensinamentos ao longo desse tempo com vocês, e dizer que sou muito grata a Deus por ter tido a oportunidade de conhecer e conviver com vocês nesse período. Em especial agradeço também Layanne Ferro por ter aceitado fazer parte da minha banca examinadora do TCC, e por ter se tornado minha referência de vida na qual entre tantos compromissos da vida adulta, sabe equilibrar os compromissos com inúmeras viagens á lugares maravilhosos, uma verdadeira (Glória Maria).

Agradeço também a Thays Gabrielle, que mesmo sem me conhecer aceitou ser suplente da minha banca examinadora do TCC, gratidão pela sua generosidade.

Agradeço a Universidade Federal de Pernambuco pelo meu processo de formação profissional e pessoal, e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso. Ao Departamento de Micologia por fornecer dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização e finalização desta pesquisa.

RESUMO

Fungos endofíticos são aqueles que vivem no interior dos tecidos vegetais, sem causar dano aparente aos seus hospedeiros, diferentemente dos fitopatogênicos que provocam doenças em plantas e dos epifíticos que são encontrados na superfície vegetal. O objetivo desse trabalho é identificar e avaliar a diversidade de fungos endofíticos isolados de *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo) do Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (BA). Amostras de folhas de *H. chrysotrichus* foram coletadas no Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (16°51'51" Sul e 39°16'15" Oeste), localizada na Mata Atlântica do Nordeste Brasileiro, durante o mês de agosto de 2018. Foram isolados 161 espécimes de fungos endofíticos das folhas de *H. chrysotrichus*, os quais foram reativados em placas de Petri contendo o meio de cultura batata dextrose ágar (BDA), e incubados a $28 \pm 2^\circ\text{C}$ por até 15 dias para verificar a viabilidade das culturas, em seguida, foi realizada a identificação morfológica, no qual os gêneros identificados de ipê- amarelo foram: *Colletotrichum* sp., *Diaporthe* sp., *Fusarium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. e *Xylaria* sp. As análises estatísticas e ecológicas das comunidades dos fungos foram avaliadas em termos quantitativos e qualitativos e sua estruturação, analisada por meio de índices ecológicos de diversidade. Conclui-se que o gênero *Diaporthe* sp. apresentou maior frequência relativa (Fr), pois apresentou uma melhor relação ecológica com o ambiente e a planta estudada, além que a abundância de endofitos encontradas nas folhas de *Handroanthus chrysotrichus* na biota da Mata Atlântica colabora para conquista de novas espécies para o futuro da Ciências.

Palavras chave: *Diaporthe*, Ecologia, PARNAH do Monte Pascoal

ABSTRACT

Endophytic fungi are those that live inside plant tissues, without causing apparent harm to their hosts, unlike phytopathogens that cause plant diseases and epiphytes that are found on the plant surface. The objective of this work is to identify and evaluate the diversity of endophytic fungi isolated from *Handroanthus chrysotrichus* (yellow ipe) from the National and Historical Park of Monte Pascoal (BA). Leaf samples of *H.chrysotrichus* were collected in the National and Historical Park of Monte Pascoal (16°51'51" South and 39°16'15" West), located in the Atlantic Forest of Northeast Brazil, during the month of August 2018. 161 specimens of endophytic fungi from the leaves of *H. chrysotrichus* were isolated, which were reactivated in Petri dishes containing potato dextrose agar (PDA) culture medium, and incubated at $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for up to 15 days to verify the viability of the cultures, then the morphological identification was performed, in which the identified genera of yellow ipe were: *Colletotrichum sp.*, *Diaporthe sp.*, *Fusarium sp.*, *Nigrospora sp.*, *Penicillium sp.* and *Xylaria sp.* Statistical and ecological analyzes of fungal communities were evaluated in quantitative and qualitative terms, and their structure was analyzed using ecological diversity indices. It is concluded that the genus *Diaporthe sp.* presented a higher relative frequency (Fr), as it presented a better ecological relationship with the environment and the studied plant, in addition to the abundance of endophytes found in the leaves of *Handroanthus chrysotrichus* in the Atlantic Forest biota, which collaborates to conquer new species for the future of Science.

Keywords: *Diaporthe*, Ecology, PARNAH do Monte Pascoal

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Exemplar de <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Ipê-amarelo).....	18
Figura 2. Diaporthe sp. A-B. Cultura em BDA após 15 dias. C-E. Conidióforos, células conidiogênicas e conídios alpha. F. Conídios alpha. Barras de escala: 10 µm....	24

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1. Distribuição e Frequência relativa e abundância relativa de fungos endofíticos isolados de folhas de *Handroanthus chrysotrichus* de área da Mata Atlântica do Parque Nacional e Histórico de Monte Pascoal (BA).....**23**

Tabela 2. Diversidade de Fungos endofíticos isolados de folhas de *Handroanthus chrysotrichus* de área da Mata Atlântica.....**25**

SUMÁRIO

	Páginas
1.INTRODUÇÃO	12
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Fungos Endófitos	13
2.1.1 Mata Atlântica	15
2.1.2 O parque Nacional e Histórico de Monte Pascoal (BA)	16
2.1.3 Ipê- Amarelo	17
3.OBJETIVOS	19
3.1 GERAL	19
3.2 ESPECÍFICOS	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 Local de Execução	19
4.2 Coleta	19
4.3 Reativação dos Fungos Endófitos	20
4.4 Identificação Morfológica dos Fungos Endófitos	20
4.5 Análises Estatísticas e Ecológicas	20
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÕES	25
7. REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

Os fungos endofíticos são aqueles que vivem no interior dos tecidos vegetais, sem causar dano aparente aos seus hospedeiros, diferentemente dos fitopatogênicos que provocam doenças em plantas e dos epifíticos que são encontrados na superfície vegetal (AZEVEDO et al., 2002). Fungos endofíticos podem desempenhar papel importante na sobrevivência da planta, melhorando a absorção de nutrientes (GASONI & GURFMKEL, 1997), produzem e liberam metabólitos primários e secundários que contribuem com o aumento da resistência do vegetal a doenças e a estresses ambientais, além de diminuir a predação da planta por insetos e aumentar a sua produtividade (KHAN et al., 2016; SANTOS).

Estudos realizados com endófitos apresentam dados importantes sobre o potencial desses fungos na produção de enzimas (BEZERRA et al., 2012) e outros metabólitos de interesse econômico como antibióticos, imunossuppressores e antitumorais (SOUZA et al., 2004; AZEVEDO et al., 2000).

O Parque Nacional e Histórico de Monte Pascoal foi criado em 1961, com o objetivo de conservar a Floresta Atlântica, protegendo uma parcela do ambiente natural da região. O Parque fica localizado no extremo sul da Bahia, no município de Porto Seguro, e apresenta uma área de 22.383 hectares (ICMBIO, 2019). Nesse ambiente, diversas espécies de plantas são encontradas entre elas temos: *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos], popularmente conhecida como ipê-amarelo é uma Bignoniaceae de porte arbóreo, alcançando altura de 4 a 10m, com características de planta heliófila e decídua (LORENZI, 2002). Sua ocorrência estende-se desde o Estado do Espírito Santo até o de Santa Catarina na floresta pluvial atlântica; é comum na vegetação secundária localizada sobre solos bem drenados de encostas, capoeiras e capoeirões e apresenta valor ecológico, paisagístico e econômico (LORENZI, 2002).

Dentre as áreas estudadas a Mata Atlântica do Nordeste Brasileiro os efeitos biológicos do Ipê-amarelo, também conhecido como *Handroanthus chrysotrichus*, que é uma árvore com uma longa história de uso medicinal, seus extratos e compostos têm mostrado resultados positivos. No entanto, pouco se sabe sobre os metabólitos endofíticos produzidos por esta espécie de Bignoniaceae.

Como as questões ambientais são cada vez mais proeminentes, é importante restaurar os habitats danificados pela degradação ambiental. Isso requer a compreensão da biologia das espécies florestais nativas. Isso ajuda a criar ecossistemas mais equilibrados que se assemelham mais ao seu estado original, porque esse tipo de restauração trabalha com o

equilíbrio natural existente (MORAES, 2004).

Por fim, vale salientar que as informações aqui pesquisadas buscam compreender e analisar de maneira esclarecedora e acadêmica a identificação e avaliação da diversidade de fungos endofíticos isolados *Handroanthus chrysotrichus* do Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (BA), visto que os mesmos apresentam grande importância na agricultura, importância social, na preservação das espécies endêmicas, descoberta de novos táxons, nas indústrias alimentícias e farmacêuticas, podendo agir como agentes inibidores de pragas e patógenos (VOLKSCH et al., 1992), sintetizando metabólitos primários e secundários de interesse farmacológico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fungos Endofíticos

Os endófitos constituem um grupo de microrganismos composto principalmente por bactérias e fungos, que em parte do seu ciclo de vida, poderão habitar o interior da planta (BANDARA et al., 2006), sendo potenciais fontes de pesquisas em todo o mundo. Grande parte das plantas vasculares são relatadas abrigando microrganismos endofíticos, que podem apresentar maior diversidade em áreas tropicais (SURYANARAYANAN et al., 2011).

Os fungos endofíticos são em sua grande maioria, fungos filamentosos, pertencentes ao filo Ascomycota, porém raramente também são isoladas leveduras e espécies do filo Basidiomycota e fungos zigomicetos (AZEVEDO et al., 2002). Fungos endofíticos possuem imensa diversidade taxonômica e podem ser isolados da maioria das plantas e em todos os tecidos vegetais (AZEVEDO; ARAÚJO, 2007).

Estudos revelam que espécies de fungos endofíticos apresentam diversas relações ecológicas com as plantas hospedeiras, além de produzirem vários metabólitos, essas interações podem ser simbióticas, neutras ou antagônicas. Nas interações simbióticas podem produzir ou induzir o vegetal a sintetizar metabólitos secundários como alcaloides, terpenóides, esteroides e compostos aromáticos repelentes, que podem auxiliar na diminuição da herbivoria e do ataque de insetos, aumentar a tolerância a estresses ambientais e controlar a população de outros microrganismos devido à produção de toxinas (SOUZA et al., 2004).

Os fungos endofíticos podem penetrar nas plantas e apresentarem diferentes taxas de colonização, que podem ser influenciadas por vários fatores, como espécie do hospedeiro, distribuição geográfica, idade do tecido foliar, tipo de tecido colonizado, altitude, umidade e precipitação anual (SURYANARAYANAN et al., 2011). Diferentes tipos de tecido de uma

mesma planta podem apresentar comunidades distintas de endófitos e a taxa de colonização dos tecidos vegetal pode promover um papel fundamental no aumento da tolerância das plantas à seca e ao calor excessivo, criando um paralelo entre as elevadas taxas de colonização e os estresses ambientais sofridos pelo vegetal (FISHER et al., 1994).

Diferentes definições são propostas para um microrganismo endofítico. Melo (2013) afirma que os endófitos são microrganismos que vivem no interior das plantas sem afetar seus hospedeiros. Johnston-Monje e Raizada (2011) também os cita como microrganismos não nocivos que vivem no interior das plantas.

Azevedo et al. (2000) definiram endófitos como qualquer organismo que pelo menos uma parte do seu ciclo de vida, habitam dentro de vegetais e a distinção entre fungos epifíticos e fungos fitopatogênicos é principalmente de natureza educacional sendo difícil definir com precisão os limites entre esses microrganismos.

Azevedo (1999) indica que os fungos endofíticos podem se tornar patógenos se as condições ambientais ou o equilíbrio entre eles mudarem. Além disso, os microrganismos epifíticos podem permanecer em uma planta por um período antes de causar danos a ela, ou mesmo permanecer definitivamente se as condições forem adequadas (CASSELLS 1991; AZEVEDO 1999).

A palavra endofítico vem do grego, que quer dizer, literalmente, “dentro da planta” (*endhon* significa dentro, e *phytón*, planta). Foi conhecido pela primeira vez em 1887, quando M. L. V. Galippe relatou a presença de microrganismos no tecido de plantas (SCHULZ & BOYLE, 2005; COMPANT et al., 2012)

Os fungos endofíticos podem ser encontrados em plantas nas florestas árticas, antárticas, geotérmicas, costeiras e de mangue. Além disso, podem ser encontrados em outros habitats como florestas tropicais, desertos, oceanos e comunidades artificiais (JALGAONWALA; MOHITE; MAHAJAN, 2011).

As relações entre os endófitos e seus hospedeiros estejam relacionadas a idade do hospedeiro, composição genética e condições ambientais, existem alguns fatores que podem influenciar essa relação, por exemplo, se as plantas hospedeiras forem expostas a condições ambientais adversas, elas sofrerão uma população reduzida ou até mesmo morrerão (ARNOLD, 2007).

Muitos estudos demonstram uma boa produção de metabólitos secundário dos fungos endofíticos, como por exemplo a produção de enzimas. O pontapé inicial dessa descoberta se deu em 1933, quando pesquisadores isolaram a partir do endófito *Taxomyces andreanae* o composto anticancerígeno TAXOL (STIERLE; STROBEL; STIERLE, 1993)

Um trabalho recente do nosso grupo de pesquisa mostrou que os fungos hospedeiros contêm muitas armas enzimáticas que podem ser utilizadas pela biotecnologia, como na transformação ou remediação (DOS SANTOS; SILVA, 2019).

Os fungos apresentam papel importante para estudos sobre biotecnologia, principalmente para a produção de enzimas utilizadas na indústria, como amilase, celulase, protease, L-asparaginase, dentre outras (BEZERRA et al 2015; CRUZ et al. 2013; HERCULANO et al. 2011; PÁDUA et al .2019; SILVA et al. 2011; SILVA et al.2018).

Além de produzir compostos idênticos aos encontrados em suas plantas hospedeiras, os fungos endofíticos produzem novas moléculas. Um metabólito da planta hospedeira, *Pestalotiopsis theae*, inibiu o crescimento do vírus HIV em um tubo de ensaio com um IC50 “in vitro” (fora do corpo) de 16,1 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, o sulfato de indinavir de controle positivo apresentou um IC50 de 8,18 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (LI et al., 2008). Outros fungos isolados de diferentes plantas produziram outras novas moléculas; estes incluíram amianto crisotila, amianto crocidolita, alcaloides dipteranos e estrobeliureno (STROBEL, 2003).

Atualmente, criar processos de fermentação comercialmente viáveis é difícil devido a dificuldades com o rendimento da produção, inibição do crescimento quando existem altas concentrações de metabólitos e diminuição da produtividade do microrganismo no laboratório, no entanto, essas questões podem ser superadas (ALY et al., 2011).

Para ultrapassar estas dificuldades, é necessário melhorar os métodos de cultivo, nomeadamente através da otimização das condições. Além disso, as culturas mistas são um método eficaz para alterar o metabolismo do hospedeiro, isso porque eles interagem com diferentes espécies de endófitos (CHAGAS et al., 2013, GARYALI et al., 2014). Ademais, entender os gatilhos da metabolização fúngica e melhorar as técnicas de biotecnologia levará a um maior sucesso no cultivo de substâncias fúngicas (ALY et al., 2011).

2.2 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical do continente americano, estendendo-se ao longo da costa brasileira até o interior sul do país, abrangendo também o leste do Paraguai e o nordeste da Argentina (REZENDE et al., 2018). A Mata Atlântica brasileira é classificada como uma floresta ombrófila densa, com áreas de transição entre floresta estacional semidecidual, floresta estacional decidual, encaves de campos de altitude e brejos de altitude, associada também a ecossistemas costeiros de restinga, muçunungas e mangue, ocupando cerca de 1.110.182 km², correspondendo a 13,04% do território nacional e

cerca de 28% da cobertura vegetal original (REZENDE et al., 2018).

A floresta possui clima tropical úmido, com temperaturas que variam entre 22 e 25 ° C e período seco de 2 a 5 meses. Devido à sua riqueza extremamente alta de espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, o bioma da Mata Atlântica está classificado entre os principais *hotspots* de biodiversidade do mundo (MYERS et al., 2000). Dentre as espécies vegetais endêmicas presentes neste bioma, encontra-se a *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.), chamada popularmente de ipê-amarelo.

No Brasil, a mata atlântica é o bioma florestal presente em quase todos os lugares, são mais de 3.000 municípios no país que possuem alguma parcela de sua área coberta pela floresta. Nesse sentido, quando os europeus chegaram ao Brasil em 1500, a floresta cobria 15% do território, no entanto, com o tempo, esse bioma sofreu grandes devastações de cerca de 90% de sua cobertura original (REZENDE et al., 2018).

Estudos em florestas tropicais apontam que a diversidade de fungos endofíticos é maior nos trópicos que nas regiões temperadas (CANNON & SIMMONS, 2002). Portanto levando em consideração a ampla diversidade de fungos, principalmente em regiões temperadas e de clima tropical há grandes chances de se encontrar novas espécies de fungos (STONE et al., 2004; STROBEL & DAISY, 2003).

Para proteger a diversidade biológica da Mata Atlântica, a estratégia mais utilizada tem sido a conservação de ecossistemas naturais em unidades de conservação da natureza (ALMEIDA et al., 2011), como por exemplo o Parque Nacional e Histórico de Monte Pascoal (BA), entre outras.

2.3 O Parque Nacional e Histórico de Monte Pascoal (BA)

O Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal, fica localizado no extremo sul da Bahia, no município de Porto Seguro, e apresenta uma área de 22.383 hectares, na qual abrange a primeira porção de terra do Brasil avistada pelos navegadores portugueses. Foi criado em 1961 com o objetivo de conservar a Mata Atlântica, protegendo uma parcela do ambiente natural da região (ICMBIO, 2019).

Um Parque Nacional Brasileiro é uma área de terra protegida de propriedade do estado, esses parques preservam ecossistemas naturais com belas paisagens e grande importância ecológica. A finalidade desses parques está prevista na legislação brasileira como Unidade de Conservação (SPINOLA, 2013; BRASIL, 2000).

Ao possibilitar a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de novas atividades lúdicas em contato com a natureza, as escolas também podem incorporar a interpretação ambiental, o ecoturismo e até a educação em suas aulas. Podem até criar programas de interpretação ambiental e ecoturismo (BRASIL, 2000; SPINOLA, 2013).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade administra os parques nacionais e outras unidades de conservação federais. Antes que um parque possa ser aberto ao público, seus planos de manejo devem ser concluídos, esses planos traçam os limites de visitação e proteção da flora e fauna de cada parque. Além de ser responsável pela gestão dos parques nacionais no Brasil, todos os parques dentro do sistema SNUC são Unidades de Conservação de Proteção Integral, o que significa que é terminantemente proibida a exploração direta dos recursos naturais, essas unidades são administradas pelo órgão federal do ICMBio (BRASIL, 2007).

O parque possui mais de 17.732 espécies de plantas pertencentes à 373 famílias botânicas (FLORA DO BRASIL, 2020), dentre essa ampla diversidade *Handroanthus chrysotrichus* é tipicamente encontrado nesse bioma e em várias outras regiões do país (MARTINS et al., 2015). *H. Chrysotrichus* é importante na recuperação de áreas degradadas e possui propriedades farmacológicas, destacando ação antimicrobiana (LORENZI, 2008)

2.4 Ipê- amarelo

A família Bignoniaceae é composta por cerca de 827 espécies de plantas lenhosas distribuídas em 82 gêneros (OLMSTEAD et al., 2009). Predominantemente neotropical, a família encontra-se distribuída por todo o Brasil, abrangendo cerca de 100 espécies popularmente chamadas de ipê (SOUZA; LORENZI 2005). Durante muitos anos, quase todas as espécies de ipês no Brasil pertenciam ao gênero *Tabebuia*, um dos maiores de Bignoniaceae, porém estudos filogenéticos recentes baseado em dados moleculares mostraram que *Tabebuia* é polifilético, subdividindo o táxon em três gêneros distintos: *Handroanthus*, *Roseodendron* e *Tabebuia* (GROSE; OLMSTEAD 2007).

Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos, também conhecida como Ipê-amarelo (figura 1) é uma espécie florestal nativa que apresenta madeira pesada, durável e muito utilizada na arborização urbana e na ornamentação devido à beleza de seu porte e de suas flores (FONSECA et al., 2005).

Divisão: Magnoliophyta (Angiospermae)

Classe: Magnoliopsida (Dicotyledonae)

Ordem: Lamiales

Família: Bignoniaceae

Espécie: *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos

Figura 1. Exemplar de *Handroanthus chrysotrichus* (Ipê- amarelo)



Fonte: Plantnet.org

O ipê-amarelo é árvore ornamental indicada para arborização urbana devido ao seu pequeno porte e aspecto paisagístico bastante atrativo. Por apresentar crescimento rápido e ser frequentemente encontrada em formações secundárias é importante em reflorestamentos mistos para a recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

A madeira moderadamente pesada, muito resistente e de grande durabilidade é usada em construções pesadas e estruturas externas, como postes, peças para pontes, cercas e em construções internas como tábuas para assoalho, tacos, molduras e rodapés, além de ser utilizada na fabricação de móveis (BORGO *et al.*, 2011).

Uma quantidade significativa de tempo e esforço tem sido dedicada ao gênero *Tabebuia* e suas espécies associadas, a presença de patógenos como *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium* nas sementes tem sido estudada. Carvalho e Muchovej (1991) examinaram sementes de ipê amarelo em um estudo de várias outras espécies, todas as outras espécies

apresentaram a presença desses gêneros.

O estudo de (Sales 1992) revelou que *Phomopsis* sp. e *Alternaria alternata* foram isolados de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo. Como resultado, esses fungos diminuíram o desenvolvimento das mudas de ipê amarelo em mais de 80%. Para as sementes de ipê-roxo, não foi detectado efeito significativo do fungo. Sales (1992) também informou que *Fusarium* sp. foi a causa mais comum de mortalidade em sementes de *Tabebuia pentaphylla*.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar a diversidade de fungos endofíticos isolados de *Handroanthus chrysotrichus* do Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal (BA).

3.2 ESPECÍFICOS

- Reativar os fungos endofíticos isolados de folhas de *H. chrysotrichus* preservados e mantidos na coleção de trabalho do laboratório de pesquisa de Micologia Ambiental da UFPE.
- Identificar através de análises morfológicas os fungos endofíticos isolados;
- Estimar a diversidade de fungos endofíticos associados com folhas de *H. chrysotrichus*;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local de Execução

O presente estudo foi realizado no Departamento de Micologia, do Centro de Biociências (CB), na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no Laboratório de Micologia Ambiental, no qual foram utilizados fungos isolados de folhas de *H. chrysotrichus*, coletados em 09 de agosto de 2018, na área de Mata Atlântica no Parque Nacional e Histórico de Monte Pascoal, localizado no Município de Porto Seguro (BA), quais estavam isolados e preservados em água com glicerol a 30%.

4.2 Coleta

A Coleta do material vegetal foi feita de forma aleatória e ocorreu em área do Parque

Nacional e Histórico de Monte Pascoal (BA) (16°51'51" Sul e 39°16'15" Oeste). Em seguida, o material vegetal foi devidamente acondicionado em sacos de papel e levados ao Laboratório de Micologia Ambiental (UFPE) e processados em até \pm 48 horas como descrito por (BEZERRA et al 2015). A coleta do material vegetal foi autorizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio); número de permissão:64225-1 e o código de autenticação : 15666529 foram emitidos em 17 de julho de 2018.

4.3 Reativação dos Fungos Endofíticos

Os fungos endofíticos de *H. chrysotrichus* mantidos na coleção de trabalho do laboratório de Micologia Ambiental da UFPE foram reativados em placas de Petri. Na qual os fragmentos de cultura foram transferidos para meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) contido em placa de Petri e incubadas a $28 \pm 2^\circ\text{C}$ por até 15 dias e o crescimento fúngico foi observado diariamente para verificação da viabilidade das culturas.

4.4 Identificação Morfológica dos Fungos Endofíticos

A identificação foi feita com base nas características morfológicas, na qual se observou características macroscópicas das colônias (cor, aspecto, consistência, presença de pigmento, etc.) e características microscópicas (morfologia de estruturas somáticas e reprodutivas). Na sequência os isolados foram identificados com descrições específicas comparativas de acordo com a literatura especializada (BARNETT; HUNTER, 1987; SUTTON, 1980; SIVANESAN, 1984; HANLIN; MENEZES, 1996; SAMSON; FRISVAD, 2004; SAMSON; VARGA, 2007; BENSCH et al., 2012). Além disso, algumas análises filogenéticas foram feitas a partir de sequências de isolados que possuíam ao menos um gene amplificado (dados não mostrados).

4.5 Análises Estatísticas e Ecológicas

As comunidades dos fungos foram avaliadas em termos quantitativos e qualitativos e sua estruturação, analisada por meio de índices ecológicos (riqueza e diversidade). A frequência de ocorrência das espécies foi estimada segundo a equação: $F_i = J_i/k$, onde F_i = frequência de ocorrência da espécie i , J_i = número de amostras nas quais a espécie i ocorreu, K = número total de amostras. A abundância relativa de cada espécie foi calculada aplicando-se a fórmula: $D_i = (N_i/N) \times 100$, onde D_i = abundância da espécie i ; N_i = número de UFC da espécie i ; N =

número total de UFC. De acordo com esta fórmula, as abundâncias relativas das espécies serão classificadas como:

< 0,5% = raras, $\geq 0,5 < 1,5\%$ = ocasionais, $\geq 1,5 < 3,0\%$ = comuns, $\geq 3,0\%$ = abundantes (Schnittler & Stephenson, 2000). Para o cálculo da diversidade foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Wiener na base logarítmica 2: $H' = \sum (p_i) \times (\log_2 p_i)$, onde p_i = abundância relativa de cada espécie.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi isolado um total de 161 espécimes de fungos endofíticos filamentosos, sendo 17 do indivíduo 1, 59 do indivíduo 2 e 85 do indivíduo 3 (Tabela 1). Não foram isoladas leveduras. No geral os 161 endofíticos identificados foram distribuídos em 6 gêneros pertencentes ao filo Ascomycota e as classes Sordariomycetes e Eurotiomycetes.

Os fungos endofíticos isolados nesta pesquisa, segundo Arnold (2007), abriga uma das classe (Sordariomycetes), que correspondem a maioria dos fungos endofíticos isolados em folha. Vale ressaltar que ainda são muito poucos estudos sobre a diversidade de fungos endofítico de ipê-Amarelo.

Cavalcanti (2020), avaliou a diversidade de fungos endofíticos isolados de folha de *Handroanthus chrysotrichus* em Pedra Talhada. No estudo o pesquisador isolou um total de 21 espécie de fungos endofíticos de 180 fragmentos de tecido vegetais. Destas espécies, as comuns com nossa pesquisa são: *Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Nigrospora*, *Penicillium* e *Xylaria*. Semelhantes aos resultados Cavalcanti (2020), também relatou a abundância do gênero *Diaporthe* no ipê- amarelo.

Os fungos do gênero *Colletotrichum* representantes da família Glomerellaceae (Ascomycota), possuem uma ampla distribuição geográfica e estão presentes em diferentes hospedeiros, em especial em culturas agrícolas como causador de graves doenças economicamente importantes (CANNON ET AL., 2012). A disseminação desse gênero ocorre de planta a planta por vias aéreas ou de uma área a outra por meio de sementes contaminadas (MENEZES, 2013). Devido a possibilidade de desenvolverem diferentes modos de vida, espécies do gênero *Colletotrichum* podem ser encontradas como endofíticas, habitando diferentes partes das plantas sem provocar danos, no entanto a fase endofítica pode durar apenas um período de tempo até que as condições para patogenicidade estejam favoráveis ou até que a planta desenvolva algum estresse que dê início ao processo de infecção (HYDE, 2009; KLEEMANN, 2012).

Assim como as espécies do gênero *Colletotrichum*, os fungos do gênero *Fusarium* também possuem ampla distribuição geográfica, sendo encontrado nas regiões tropicais, subtropicais ou temperadas. Podem ocorrer de forma específica em algum ambiente ou de forma cosmopolita (BURGESS, 1994). São conhecidos, principalmente, pela sua importância fitopatológica, uma vez que trazem danos às mais variadas espécies vegetais de interesse econômico (LI et al., 2016).

Os fungos do gênero *Xylaria* pertencentes à família *Xylariaceae*, são frequentemente encontrado como endofíticos, produtores de metabólitos secundários de diferentes classes (SONG et al., 2014), atuando como antifúngicos, anticolinesterásicos ou citotóxicos (CAFÊU, 2007). Podem ser encontrados vivendo de forma saprofítica, alimentando-se de restos vegetais e organismos em decomposição (PUTZKE, 2004). Os fungos desse gênero englobam uma grande quantidade de espécies, que estão presentes, em sua maioria, nas regiões tropicais (SILVA, 2005).

Fungos do gênero *Penicillium* também são encontrados como endofíticos e são produtores de muitos metabólitos secundários (PHIPPS et al., 2011; SILVA et al., 2010). Dentre os compostos produzidos, encontram-se antibióticos, micotoxinas, antioxidantes, anticancerígenos, inseticidas, herbicidas, enzimas e fungicidas (FRISVAD, et al., 2004).

Fungos do gênero *Nigrospora* quando encontrados como endofíticos são bastantes conhecidos por apresentarem associações benéficas com plantas, nessa associação eles atuam como inibidores de fungos fitopatogênicos, fungos esses que são conhecidos por causarem efeitos adversos em plantas. Além disso cepas desses grupos são utilizados como fontes de metabólitos secundários e como microrganismos inibidores de atividades microbiana (ATIPHASAWORN et al. 2017; ZHONG et al. 2022).

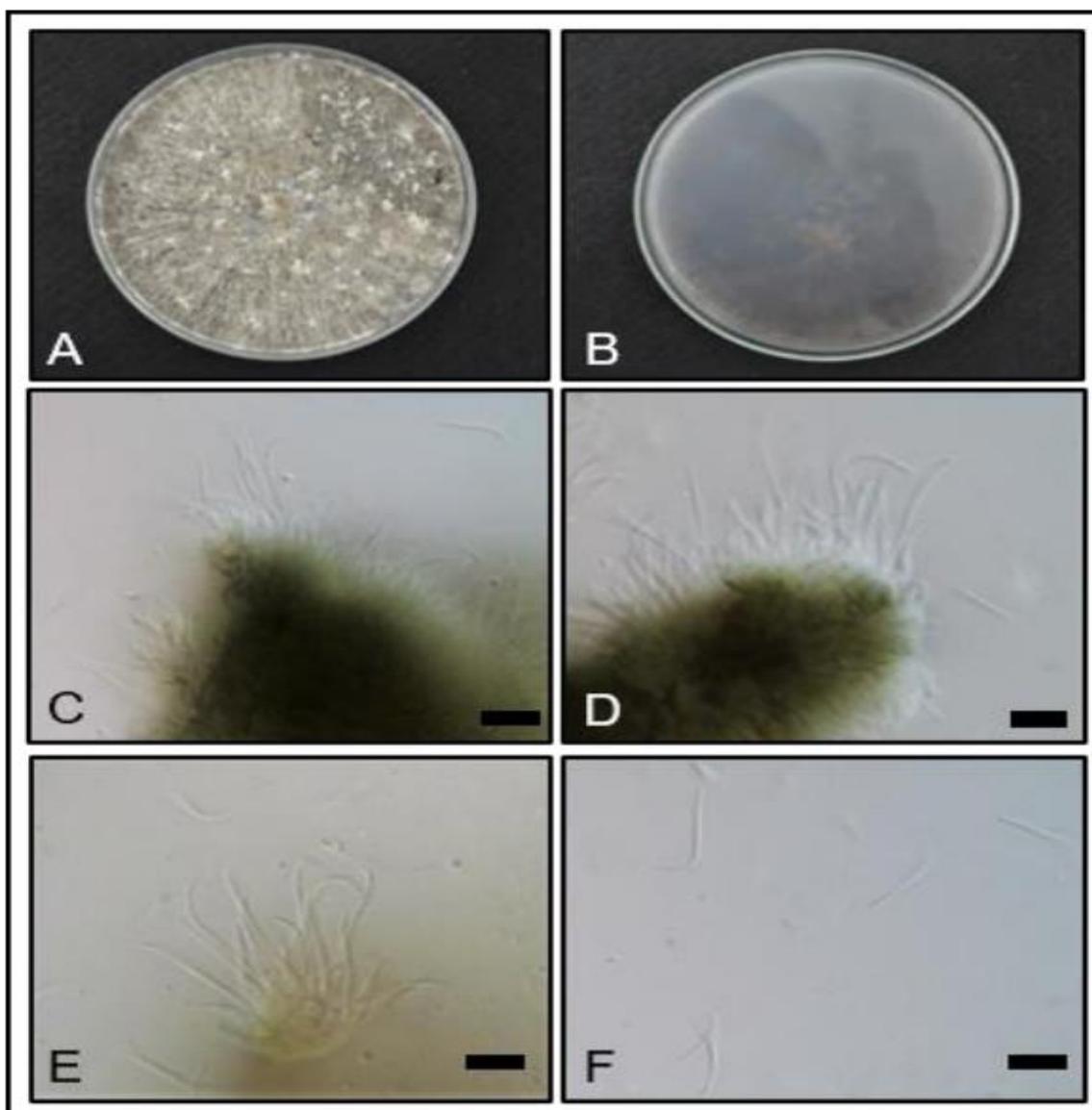
Observamos na Tabela 1, que *Diaporthe* foi o gênero dominante nas folhas de *H. chrysotricus*, pois apresentou maior frequência relativa (Fr) de 46%, sendo o gênero mais abundante em dois dos três indivíduos analisados. *Colletotrichumj karstii* (Fr:6%) foi o segundo gênero mais frequente, sendo um dos de maior dominância no indivíduo 2. Também podemos observar que não foi encontrada nenhuma espécie considerada rara, pois todas estão acima da frequência relativa (Fr) de 0,5%.

Tabela 1. Distribuição e Frequência relativa e abundância relativa de fungos endofíticos isolados de folhas de *Handroanthus chrysotrichus* de área da Mata Atlântica.

Gêneros/Espécies Identificadas	Indivíduo 1	Indivíduo 2	Indivíduo 3	Frequência absoluta (Fa)	Frequência relativa (Fr)
<i>Colletotrichum</i> cf. <i>fragariae</i>	0	0	6	6	3,73
<i>Colletotrichum</i> cf. <i>fructicola</i>	0	0	2	2	1,24
<i>Colletotrichum</i> cf. <i>gloeosporioides</i>	4	0	0	4	2,48
<i>Colletotrichum</i> cf. <i>karstii</i>	1	8	0	9	5,59
<i>Colletotrichum</i> cf. <i>magnisporum</i>	0	0	4	4	2,48
<i>Diaporthe</i> cf. <i>mayteni</i>	0	0	5	5	3,11
<i>Diaporthe</i> cf. <i>citri</i>	0	0	6	6	3,73
<i>Diaporthe</i> cf. <i>inconspícua</i>	1	5	0	6	3,73
<i>Diaporthe</i> cf. <i>mayteni</i>	0	8	0	8	4,97
<i>Diaporthe</i> cf. <i>passiflorae</i>	0	5	0	5	3,11
<i>Diaporthe</i> cf. <i>passifloricola</i>	0	0	6	6	3,73
<i>Diaporthe</i> cf. <i>phaseolorum</i>	0	0	7	7	4,35
<i>Diaporthe</i> sp.	2	32	40	74	45,96
<i>Diaporthe</i> cf. <i>ueckerae</i>	0	0	6	6	3,73
<i>Fusarium</i> sp.	1	0	3	4	2,48
<i>Nigrospora</i> sp.	4	0	0	4	2,48
<i>Penicillium</i> cf. <i>citrinum</i>	0	1	0	1	0,62
<i>Xylaria</i> cf. <i>cubensis</i>	2	0	0	2	1,24
<i>Xylaria</i> sp.	2	0	0	2	1,24
	17	59	85	161	100%

Espécies de *Diaporthe* (Figura 2) estão presente em diversas parte do mundo sendo relatadas como fitopatogênicas (SANTOS et al.,2011), saprofíticas (PROMPUTHA et al., 2010), endofíticas (CHAPLA et al., 2012) e recentemente causando problemas de saúde em humanos (GARCIA-REYNE et al., 2011). Segundo Uecker (1988) este gênero possui uma grande diversidade de hospedeiros, dentre os quais algumas culturas de importância agrícola, ocasionando diversos tipos de danos e sintomas como: podridão de frutos, podridão de raízes, necroses e etc.

Figura 2. *Diaporthe* sp. A-B. Cultura em BDA após 15 dias. C-E. Conidióforos, células conidiogênicas e conídios alpha. F. Conídios alpha. Barras de escala: 10 µm.



Frequentemente fungos endofíticos pertencentes ao gênero *Diaporthe* são utilizados como potenciais produtores de substâncias bioativas (SPECIAN et al., 2014; PÁDUA et al., 2018) e como agentes de biocontrole (RUBINI et al., 2005).

Para estimar a diversidade da comunidade de fungos endofíticos de *H. chrysotrichus* foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (Tabela 2) de acordo com a abundância de cada espécie identificada em cada um dos hospedeiros. Desta forma, cada indivíduo foi considerado um micro-habitat de fungos endofíticos com comunidades distintas.

A diversidade dos fungos endofíticos de *H. chrysotrichus*, com base no índice de Shannon, foram maiores para o indivíduo 3 (Tabela 2), mas não há diferença significativa de diversidade entre os membros de *H. chrysotrichus* de Mata Atlântica, o que pode indicar o elevado grau de especificidade das espécies de fungos endofíticos associadas esta espécie hospedeira (ipê-amarelo).

Tabela 2. Diversidade de Fungos endofíticos isolados de folhas de *Handroanthus chrysotrichus* de área da Mata Atlântica.

Indivíduos	Índice de Shannon-Wiener (H')
Indivíduo 1	1,819511349
Indivíduo 2	1,361113839
Indivíduo 3	1,825553907

6. CONCLUSÕES

Os resultados do estudo da comunidade fúngica de *Handroanthus chrysotrichus* em área de mata atlântica sugerem que esta planta possui relevante diversidade de fungos endofíticos, em especial o gênero *Diaporthe*, sugerindo que o mesmo possui relação ecológica com o ambiente e a planta estudada. Estudos que acessam a diversidade endofítica em áreas de conservação contribuem no aumento da estimativa global de fungos e no entendimento das relações ecológicas entre fungo e planta, além do potencial de abrigarem novas espécies taxonômicas para a ciência.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.S., GOMES, D.S., QUEIROZ, J.M. 2011. Estratégias para a conservação da biodiversidade biológica em florestas fragmentadas. *Ambiência* 7(2): 367-382.
- ALY, A. H.; DEBBAD, A.; PROKSCH, P. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 90, n. 6, p. 1829-1845, 2011.
- ARNOLD, A. E. Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. *Fungal Biology Reviews*, v. 21, n. 2–3, p. 51–66, 2007.
- ATIPHASAWORN, Piyamas et al. Constituintes antibacterianos e antioxidantes de extratos de fungos endofíticos isolados de *Ocimum basilicum* var. folhas de thyrsoflora. *Microbiologia atual*, v. 74, p. 1185-1193, 2017.

AZEVEDO, J.L., ARAÚJO, W.L. 2007. Diversity and applications of endophytic fungi isolated from tropical plants. In: Ganguli BN, Deshmukh SK (Eds.) Fungi: multifaceted microbes. CRC Press, Boca Raton, pp. 189–207

AZEVEDO, J.L., MACCHERONI JR., W., PEREIRA, J.O., ARAÚJO, W.L. 2000. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology* 3: 40–65.

AZEVEDO, J. L. Botânica: uma ciência básica ou aplicada?. *Revista brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 225-229, 1999.

AZEVEDO, J.L., SERAFINE, L.A., BARROS, N.M. 2002. Microrganismos endofíticos e seu papel em plantas tropicais. In: Serafine, L.A., Barros N.M., Azevedo, J.L. (eds.) *Biotechnologia: avanços na agricultura e na indústria*. Caxias do Sul, Editora da Universidade de Caxias do Sul, pp. 233-265.

BANDARA, W.M.M.S., SENEVIRATNE, G., KULASOORIYA, S.A. 2006. Interactions among endophytic bacteria and fungi: effects and potentials. *Journal of Biosciences* 31: 645-650.

BARNETT, H.L., HUNTER, B.B. 1987. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. New York, MacMillan Publishing Company.

BENSCH, K., BRAUN, U., GROENEWALD, J.Z., CROUS, P.W. 2012. The genus *Cladosporium*. *Studies in Mycology* 72. The Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre

BEZERRA, J.D.P., SANTOS, M.G.S, SVEDESE, V.M., LIMA, D.M.M., FERNANDES, M.J.S., PAIVA, L.M., SOUZA-MOTTA, C.M. 2012. Richness of endophytic fungi isolated from *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae) and preliminary screening for enzyme production. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28: 1989-1995.

BEZERRA, J. DP et al. Endophytic fungi from medicinal plant *Bauhinia forficata*: Diversity and biotechnological potential. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 46, p. 49-57, 2015.

BORGIO, M., PETEAN, M.P., HOFFMANN, P.M. 2011. *Handroanthus chrysotrichus* - Ipê-amarelo. In: Coradin, L., Siminski, A., Reis, A. (eds.). *Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro* - Região Sul. Brasília: MMA, 934p.

BRASIL. (18 de Julho de 2000) Lei nº 9985 (SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza), Art. 11. Parágrafo §1º. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia de Assuntos Jurídicos. Brasília. Consultado em 16 de agosto de 2018.

BRASIL. (22 de agosto de 2007). Lei nº 11.512 (Cria o ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) Presidência da República, Casa Civil, Subchefia de Assuntos Jurídicos. Brasília. Consultado em 16 de agosto de 2018.

BURGESS, L.W.; SUMMERELL, B.A.; BULLOCK, S. GOTT, K.P.; BACKHOUSE, D. Laboratory manual for *Fusarium* research, Sydney, University of Sydney.1994.

Cafêu, M. C. Estudo químico e avaliação biológica dos fungos endofíticos *Xylaria* sp. e *Colletotrichum crassipes* isolados de *Casearia sylvestris* (Flacourtiaceae). 2007. 253 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, 2007. Disponível em:<<http://hdl.handle.net/11449/105831>>.

COMPANT, S.; SESSITSCH, A.; MATHIEU, F. The 125th anniversary of the first postulation of the soil origin of endophytic bacteria – a tribute to M . L . V . Galippe. *Plant and Soil*, v. 356, n. 1-2, p. 299–301, 2012.

CANNON, P. F., DAMM, U., JOHNSTON, P.R., WEIR, B.S. *Colletotrichum*—current status and future directions. *Stud. Mycol.* 73, 181–213. 2012.

CANNON, P.F., SIMMONS, C.M. 2002. Diversity and host preference of leaf endophytic fungi in the Iwokrama Forest Reserve, Guyana. *Mycologia* 94: 210–220.

CARVALHO, W.L. DE; MUCHOVEJ, J.J. Fungos associados a sementes de essências florestais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.15, n.2, p.173- 178, 1991.

CASSELLS, A. C. Problems in tissue culture: culture contamination. In: DEBERGH, P. C.; ZIMMERMAN, R. H. *Micropagation: technology and application*. 1. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 31-44.

CAVALCANTI, Anthony dias. Diversidade de fungos endofíticos do Ipê-Amarelo [*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos] da Mata Atlântica do Nordeste brasileiro e produção de L-asparaginase. **D**, [s. l.], 19 abr. 2020.

CHAGAS, F. O.; DIAS, L. G.; PUPO, M. T. A mixed culture of endophytic fungi increases production of antifungal polyketides. *Journal of Chemical Ecology*, v. 39, n. 10, p. 1335- 1342, 2013.

CHAPLA, V.M. et al. Substâncias acetilênicas produzidas por *Saccharicola* sp., um fungo endofítico de *Eugenia jambolana*. In: 35 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2012, São Paulo, Águas de Lindóia. Anais da 35 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Responsabilidade, Ética e Progresso Social, 2012.

CRUZ, R. et al. Diversity of filamentous fungi of area from Brazilian Caatinga and highlevel tannase production using mango (*Mangifera indica* L.) and surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) leaves under SSF. *Advances in Microbiology*, v. 2013, 2013

DOS SANTOS, V. H. P.; SILVA, E. DE O. Endophytic fungi from the Brazilian flora and their employment in biotransformation reactions. *Quimica Nova*, v. 42, n. 7, p. 784–791, 2019.

FERNANDES, F.G., PEREIRA, O.L., SILVA, C.C., BENTO, C.B.P.,

QUEIROZ, M.V. Diversity of endophytic fungi in *Glycine max*. Microbiological Research 181: 84–92, 2015.

FISHER, P.J., SUTTON, B.C., PETRINI, L.E., PETRINI, O. Fungal endophytes from *Opuntia stricta*: a first report. Nova Hedwigia 59:195–200, 1994.

FLORA DO BRASIL 2020. Consulta Publica. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 07 de maio de 2023.

FONSECA, F.L., MENEGARIO, C., MORI, E. S., NAKAGAWA, J. 2005. Physiological maturity of ipê amarelo seeds, *Tabebuia chrysotrichus* (Mart. Ex DC.) Standl. Scientia Forestalis 69: 136–141.

GARCIA-REYNE, A. et al. Cutaneous infection by *Phomopsis longicolla* in a renal transplant recipient from Guinea: first report of human infection by this fungus. Transplant Infectious Disease, v.13,p. 204-207,2011.

GASONI, L., GURFMKEL, B.S. 1997. The endophyte *Cladorrhinum foecundissimum* in cotton roots: phosphorus uptake and host growth. Mycological Research 101: 867– 870.

GARYALI, S.; KUMAR, A.; REDDY, S. Enhancement of taxol production from endophytic fungus *Fusarium redolens*. Biotechnology and Bioprocess Engineering, v. 19, n. 5, p. 908- 915, 2014.

GREVE, H.; PONTIUS, A.; GROSS, H. Fungal metabolites: structural diversity as incentive for anticancer drug development. Phytochemistry Reviews, v. 9, n. 4, p. 537-545, 2010.

GROSE, S.O., OLMSTEAD, R.G. 2007. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s. l.(Bignoniaceae). Systematic Botany 32: 660–670.

GROTHAUS, P. G.; CRAG, G. M.; NEWMAN, D. J. Plant natural products in anticancer drug discovery. Current Organic Chemistry, v. 14, n. 16, p. 1781-1791, 2010.

HANLIN, R.T. & MENEZES, M. 1996. Gêneros ilustrados de Ascomicetos. UFRPE, Recife-PE.

Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos. [S. 1.], 14 abr. 2023.

Disponível em >[https://identify.plantnet.org/pt/the-plant-list/species/Handroanthus%20chrysotrichus%20\(Mart.%20ex%20DC.\)%20Mattos/data](https://identify.plantnet.org/pt/the-plant-list/species/Handroanthus%20chrysotrichus%20(Mart.%20ex%20DC.)%20Mattos/data). Acesso em >14 abr. 2023.

HARMS, H.; SCHLOSSER, D.; WICK, L. Y. Untapped potential: Exploiting fungi in bioremediation of hazardous chemicals. *Nature Reviews Microbiology*, v. 9, n. 3, p. 177–192, 2011.

HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MAHAFFEE, W. F.; KLOPPER, J. W. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v. 43, n. 1, p. 895-914, 1997.

HERCULANO, P. N. et al. Cellulase production by *Aspergillus japonicus* URM5620 using waste from castor bean (*Ricinus communis* L.) under solid-state fermentation. *Applied biochemistry and biotechnology*, v. 165, n. 3, p. 1057-1067, 2011.

HYDE K. D.; CAI, L.; MCKENZIE, E. H. C.; YANG, Y. L.; ZHANG, J. Z.; PRIHASTUTI, H. *Colletotrichum*: a catalogue of confusion. *Fungal Diversity* 39:1–17. 2009.

ICMBio. 2019. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do meio ambiente. Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/194-parque-nacional-do-monte-pascoal>>. Acesso em 07 de maio de 2023.

JALGAONWALA, R. E.; MOHITE, B. V.; MAHAJAN, R. T. A review : Natural products from plant associated endophytic fungi. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, v. 1, n. 2, p. 21–32, 2011.

JIA, M. et al. A friendly relationship between endophytic fungi and medicinal

plants: A systematic review. *Frontiers in Microbiology*, v. 7, p. 1–14, 2016.

JOHNSTON-MONJE, D. J.; RAIZADA, M. N. Conservation and diversity of seed associated endophytes in *Zea* across boundaries of evolution, ethnography and ecology. *PLoS ONE*, San Francisco-USA, v. 6, n. 6, p.1-22. 2011.

KHAN, A.L., AL-HARRASI, A., AL-RAWAHI, A., AL-FARSI, Z., AL-MAMARI, A., WAQAS, M., ASAF, S., ELYASSI, A., MABOOD, F., SHIN, J.H. 2016. Endophytic fungi from frankincense tree improves host growth and produces extracellular enzymes and indole acetic Acid. *Plos One* 11(6): 1-19.

KLEEMANN, J.; RINCON-RIVERAL, J.; TAKAHARA, H.; NEUMANN, U.; VAN THEMAAT, E.V.; VAN DERDOES, H. C.; HACQUARD, S.; STUBER, K.; WILLI, I.; SCHMALENBACH, W.; SCHMELZER, E. Sequential delivery of host-induced virulence effectors by appressoria and intracellular hyphae of the phytopathogen *Colletotrichum higginsianum*. *PLoS pathogens* 8(4): pe1002643.2012. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002643>.

LI, E. et al. Pestalothicols A-D, bioactive metabolites from the plant endophytic fungus *estalotiopsis theae*. *Journal of Natural Products*, v. 71, n. 4, p. 664-668, 2008.

LI, Q. M.; SHI, Z.; XIONG, X. Y.; WEN, Q.; HU, Q. L.; SU, X. J. Ethanol production from xylose by *Fusarium oxysporum* and the optimization of culture conditions. *Biocatalysis* 34: 110-118. 2016.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. v.1, p.64.

LORENZI, H. 2008. *Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum.

MARTINS, J.R., EDVALDO, A.A.S., ALVARENGA, A.A., RODRIGUES, A.C., RIBEIRO, D.E., TOOROP, P.E. 2015. Seedling survival of *Handroanthus chrysotrichus*

(Mart ex DC) Mattos in a semi-arid environment through modified germination speed and post-germination desiccation tolerance. *Brazilian Journal of Biology* 75(4): 812-820.

MELO, I. S. Microrganismos Endofíticos. *Jornal do endofítico: Embrapa meio ambiente*. 2013. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/endofiticos/resumo.html>. Acesso: 04 jan. 2023.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, vol. 3, no 0, p. 170–79. 2013.

MORAES, M. H. D. 2004. Análise sanitária de sementes tratadas. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2004, João Pessoa. p. 99-110.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A. B., KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.

OLMSTEAD, R.G., ZJHRA, M.L., LOHMANN, L.G., GROSE, S.O., ECKERT, A.J. 2009. A molecular phylogeny and classification of Bignoniaceae. *American Journal of Botany* 96:1731–1743.

PÁDUA APSL, FREIRE KTLS, et al. (2018) Fungal endophyte diversity from leaves of the medical plant *Myracrodruon urundeuva* in a Brazilian tropical dry forest and their capacity to produce L- asparaginase. *Acta Bot Bras* (Aceito para publicação).

PÁDUA, A. P. S. L. et al. Fungal endophyte diversity in the leaves of the medicinal plant *Myracrodruon urundeuva* in a Brazilian dry tropical forest and their capacity to produce L-asparaginase. *Acta Botanica Brasilica*, v. 33, n. 1, p. 39-49, 2019.

PHIPPS, R. K.; GOTFREDSEN, C. H.; PALUDAN, S. R.; FRISVAD, J. C.; ERIKSEN, K.; PETERSEN, B. O.; DUUS, J. O.; LARSEN, T. O. HESSELTINS B-G, novel meroterpenoids from a new *Penicillium* species. *Tetrahedron Letters*, Denmark, v. 52, p. 598-601, 2011.

PROMPUTTHA, I. et al. Can leaf degrading enzymes provide evidence that endophytic fungi becoming saprobes? **Fungal Diversity**, v.41,p.89-99,2010.

PUTZKE, J.; PUTZKE, T.L. Os reinos dos fungos. Vol I 2a Ed Edunisc. p. 291-293. 2004.

REZENDE, C.L., SCARANO, F.R., ASSAD, E.D., JOLY, C.A., METZGER, J.P., STRASSBURG, B.B.N., TABARELLI, M., FONSECA, G.A., Mittermeier, R.A. 2018. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation* 16: 208–214.

RIDDELL, R.W. 1950. Permanent stained mycological preparation obtained by slide culture. *Mycologia* 42:265-270.

RUBINI, M.R, SILVA RIBEIRO, R.T., POMELLA, A.W.V, MAKI, C.S., ARAÚJO, W.L., SANTOS, D.R., AZEVEDO, J.L. Diversity of endophytic fungal Community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicioso*, causal agent of witches broom disease. *International Journal Biological Science*, New walles, v.1,p.24-33,2005.

SALES, N. L. Efeito da população fúngica e do tratamento químico no desempenho de sementes de ipê-amarelo, ipê-roxo e barbatimão. 1992. 89p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992

STIERLE, A.; STROBEL, G.; STIERLE, D. 1993. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreans* an endophytic fungus of pacific yew. *Science* 260: 214-216

STONE, J.K., POLISHOOK, J.D., WHITE, JR.F. 2004. Endophytic fungi. In: Muller, J.M., Bills, G.F., Foster, M.S. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring*

methods. San Diego: Elsevier Academic Press, pp. 241–270.

STROBEL, G. A. Endophytes as sources of bioactive products. *Microbes and Infection*, v. 5, n. 6, p. 535-544, 2003.

STROBEL, G.A., DAISY, B. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 67: 491–502.

SAMSON, R.A., FRISVAD, J.C. 2004. *Penicillium* Subgenus *Penicillium*: new Taxonomics 210 Schemes, Mycotoxins and Other Extrolites. *Studies in Micology* 49:1-260.

SAMSON, R.A., VARGA, J. 2007. *Studies in Mycology* 59. The Netherlands: CBSKNAW Fungal Biodiversity Centre. The Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.

SANTOS, J. M. et al. Resolving the *Diaporthe* species occurring on soybean in Croatia. *Persoonia*, v.27,p.9-19,2011.

SCHULZ, B.; BOYLE, C. The endophytic continuum. *Mycological Research*, Cambridge, v. 109, n. 6, p. 661–686, 2005.

SILVA, D. C. V. et al. Isolamento e seleção de fungos filamentosos do solo de sistemas agroflorestais do Município de Bom Jardim (PE) com base na capacidade de produção de enzimas hidrolíticas. *Brazilian Journal of Botany*, v. 34, p. 607-610, 2011.

SILVA, G. H. Substâncias bioativas isoladas dos fungos endofíticos *Xylaria* sp., *Phomopsis cassiae* e *Acremonium* sp. associados com espécies vegetais de Cerrado. 2005. 306 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

SILVA, J, C.; FERNANDES, O. C. C.; MARTINS, M. S.; JUNIOR

RODRIGUES, A. C.; TEIXEIRA, M. F. S. Atividade antimicrobiana de espécies de *Penicillium* mantidas sob duas condições de preservação. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, Amazonas*, n. 30, p. 48-54, 2010.

SILVA, L. F. et al. *Penicillium* and *Talaromyces* endophytes from *Tillandsia catimbauensis*, a bromeliad endemic in the Brazilian tropical dry forest, and their potential for L-asparaginase production. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 34, n. 11, p. 162, 2018.

SIVANESAN, A. 1984. *The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs*. J. Cramer., Germany.

SONG, F.; WU, S.; XUAN, Q.; WANG, T.; *CHEM. BIODIVERSITY* 2014, 11, 673; KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; MINTER, D. W.; STALPERS, J. A.; Ainsworth & Bisby's *Dictionary of the Fungi*, 10th ed.; CABI Publishing: Wallingford, England, 2008.

SOUZA, A. Q. L., SOUZA, A. D. L., ASTOLFI FILHO, S., BELÉM PINHEIRO, M. L., SAQUIS, M. I. M., PEREIRA, J. O. 2004. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da amazônia: *Palicourea longiflora* (aubl.) rich e *Strychnos cogens* (Bentham). *Acta Amazonica* 34: 185–195.

SOUZA, I.M., BASSI, G.J., LUIZ, J.H.H., HIRATA, D.B. 2018. Isolation and Screening of Extracellular Lipase-Producing Endophytic Fungi from *Handroanthus impetiginosus*. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology* 4(2): 1–10.

SOUZA, V.C., LORENZI, H. 2005. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa, 640p.

SURYANARAYANAN, T.S., MURALI, T.S., THIRUNAVUKKARASU, N., RAJULU, M.B.G., VENKATESAN, G., SUKUMAR, R. 2011. Endophytic fungal communities in woody perennials of three tropical forest types of the Western Ghats,

southern India. *Biodiversity and Conservation* 20:913–928.

SPECIAN, et al. Metabólitos secundários de interesse farmacêutico produzidos por fungos endofíticos. *Cient Ciênc Biol Saúde*,16(4):345-51, 2014.

SPINOLA, Carolina. (2013). Parques Nacionais, Conservação da Natureza e Inserção Social: Uma Realidade Possível em Quatro Exemplos de Cogestão. *Turismo Visão e Ação*. 15. 71-83

SUTTON, B.C. 1980. *The Coelomycetes: Fungy Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. Kew Commonwealth Mycological Intitute.

UECKER, F. A. A world list of *Phomopsis* names with notes on nomenclature, morphology and biology. ***Mycologia Memoir***, v. 13,p. 1-231,19888.

VOLKSCH, B., ULLRICH, M., FRITSCH, W. 1992. Identification and population dynamics of bacteria in leaf spots of soybean. *Microbial Ecology* 24: 305–311.

ZHONG, Fei et al. Soil fungal community composition and diversity of culturable endophytic fungi from plant roots in the reclaimed area of the Eastern coast of China. ***Journal of Fungi***, v. 8, n. 2, p. 124, 2022.