

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO

WELLINGTON DE MELO SOBRAL

**CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE FUNGOS ASSEXUAIS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS EM UM FRAGMENTO DE MATA ÚMIDA DA
PARAÍBA**

AREIA

2020

WELLINGTON DE MELO SOBRAL

**CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE FUNGOS ASSEXUAIS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS EM UM FRAGMENTO DE MATA ÚMIDA DA
PARAÍBA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade
Federal da Paraíba como requisito
para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Loise Araujo Costa

AREIA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S677c Sobral, Wellington de Melo.

Caracterização das comunidades de fungos assexuais em diferentes substratos em um fragmento de mata úmida da Paraíba / Wellington de Melo Sobral. - Areia:UFPB/CCA, 2020.

32 f. : il.

Orientação: Loise Araújo Costa.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Ciências Biológicas. 2. Fungos sapróbios. 3. Região tropical. 4. Diversidade. I. Costa, Loise Araújo. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 573(02)

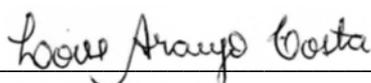
WELLINGTON DE MELO SOBRAL

**CARACTERIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE FUNGOS ASSEXUAIS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS EM UM FRAGMENTO DE MATA ÚMIDA DA
PARAÍBA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade
Federal da Paraíba como requisito
para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

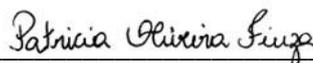
Aprovado em 20 de novembro de 2020

BANCA EXAMINADORA



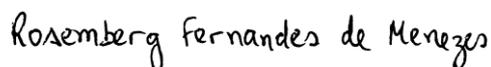
Profa. Dra. (Loise Araujo Costa)

Orientadora - DB/CCA/UFPB



Profa. Dra. (Patrícia Oliveira Fiuza)

Avaliadora - UFRN



Prof. Dr. (Rosemberg Fernandes de Menezes)

Avaliador - DFCA/CCA/UFPB

Dedico à minha família

AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus pelo dom da vida e conhecimento, força e coragem.

Ao Centro de Ciências Agrárias e a Universidade Federal da Paraíba.

À UFPB e PROPESQ pela bolsa de iniciação científica, que foi essencial para o desenvolvimento do trabalho.

À minha família, minha mãe Sylvania e meu pai Ronaldo, meus irmãos Ruan e Gabriel, por toda força e carinho ao longo da caminhada acadêmica em todas as suas fases.

Aos familiares, tia Silvia, avós Socorro, Francisco, Maria do Carmo (Carminha), Maria das Dôres (*in memorian*), pelo apoio e presença incondicionais ao longo da minha vida, sempre acreditando em meu sucesso.

Aos meus amigos que conheci ao longo da jornada acadêmica, Willian Ramalho, Nilmara, Francisco (Juninho), Davy Bérghamo, Davi Juvino, Vanusa Aciole, Joelma, João Elias, Wallisson, Janaina, Ana Rita, Eliércio, Luciana, Viviane Fabrício, Anderson, Amanda, Aninha, Jéssica, Laís, Helayne Rodrigues pelo apoio, preocupação e companheirismo, os quais foram essenciais para minha carreira acadêmica.

Aos meus professores, em especial, a Ana Emília, Carlos Henrique, David Holanda, Lucina Rocha, Lazaro Souto, Adriana, Luciana Barbosa, Magna Lúcia, Silvanda Melo, Carliane Rebeca, Leonaldo Alves, Mário Cavalcanti, Socorro Corrêa, Zeca, Gildo, Marcia, Elza, Bruna Milena, Kátia, Micheline, Vasti (*in memorian*), Sylvania Estrela, Gilberto, Lúcia, Francisco, Vanuza, Severina e Cristina, que fizeram toda a diferença em minha carreira acadêmica.

Ao Laboratório de Microbiologia do Departamento de Biociências (CCA-UFPB), por todo suporte oferecido, e aos colegas de laboratório, em especial, a Gustavo Bernardo pelo apoio em diversos momentos deste estudo.

Às micologistas Patrícia Oliveira Fiuza e Taimy Cantillo pelo grande apoio nas pesquisas de identificação dos táxons.

Ao Laboratório de Ecologia e Reprodução Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas (CCA-UFPB), em especial, a professora Dra. Lenyneves Duarte A. de Araújo e Pedro Gadelha Neto, técnico de laboratório, pelo grande auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Laboratório de Histologia Animal do Departamento de Medicina Veterinária (CCA-UFPB), em especial ao professor Ricardo Romão Guerra, bem como ao técnico de laboratório Edijânio Galdino da Silva, pela disponibilidade do Microscópio de Interferência.

À minha orientadora Loise Araujo Costa pela grande dedicação e paciência, sempre me estimulando a melhorar e crescer de forma positiva, acreditando na minha capacidade de superar limitações. Seu profissionalismo, calma, cuidado e competência, muito me ensinaram.

À minha noiva Érika Rodrigues, em especial, por imenso amor, apoio, paciência e dedicação, sendo uma companheira de valor inestimável, compartilhando bons e maus momentos, sempre segurando minha mão e aprendendo junto comigo.

“Você pode ser o que quiser ser.”

-Autor Desconhecido

RESUMO

Os microfungos assexuais são os principais agentes decompositores dos substratos vegetais presentes na serapilheira. Desta forma, participam do processo de ciclagem de nutrientes tão importante para garantir a manutenção do equilíbrio nos ecossistemas florestais. O objetivo do presente estudo foi investigar os microfungos assexuais associados à serapilheira de um fragmento de mata úmida no município de Areia, Paraíba, bem como analisar a riqueza e similaridade das micobiotas dos diferentes substratos vegetais. Duas expedições de coleta foram realizadas no Arboreto Jayme Coelho de Moraes, CCA/UFPB, em julho e dezembro/2019. Cinco pontos foram delimitados e folhas, cascas e galhos coletados, totalizando 120 substratos. A metodologia utilizada para a detecção dos microfungos foi a observação direta por meio da técnica de câmara úmida. Quarenta e sete táxons foram caracterizados durante o estudo. Os galhos apresentaram maior riqueza de táxons, seguido das folhas. Considerando as expedições de coleta, a primeira apresentou maior riqueza em todos os substratos. A maior sobreposição de táxons ocorreu entre as comunidades de galho e casca. Quanto aos táxons exclusivos os galhos apresentaram o maior número seguido das folhas. A análise de agrupamento revelou que o substrato foi o fator mais significativo para a distribuição dos fungos entre as comunidades. Além disso, evidenciou que os fungos de cascas e galhos foram mais semelhantes entre si. Os dados indicaram que os substratos e ambiente investigados são propícios para comportar grande diversidade de fungos, os quais são fundamentais para a decomposição da matéria orgânica que se faz presente na superfície do solo.

Palavras-chave: Diversidade. Micobiota sapróbia. Região tropical.

ABSTRACT

Asexual microfungi are the main decomposing agents of plant substrates present in litter. In this way, they participate in the nutrient cycling process so important to the maintenance of balance in forest ecosystems. The goal of the present study was to investigate the asexual microfungi associated with the litter of a fragment of moist forest in the municipality of Areia, Paraíba, as well as to analyze the richness and similarity of the mycobiotics of the different plant substrates. Two collection expeditions were carried out at the Jayme Coelho de Moraes Arboretum, CCA/UFPB, in July and December/2019. Five points were defined and leaves, barks and twigs were collected, totaling 120 substrates. The methodology used for the detection of microfungi was direct observation using the moist chamber technique. Forty-seven taxa were characterized during the study. The twigs showed higher taxon richness, followed by leaves. Considering the collection expeditions, the first presented greater richness in all substrates. The greatest overlap of taxa occurred between the twig and bark communities. As for the exclusive taxa, the branches presented the highest number followed by the leaves. The cluster analysis revealed that the substrate was the most significant factor for the distribution of fungi among communities. In addition, it showed that the bark and twig fungi were more similar to each other. The data indicated that the investigated substrates and environment support a great fungal diversity, which are fundamental for the decomposition of organic matter that is present on the soil surface.

Keywords: Diversity. Saprobic mycobiota. Tropical.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização geográfica do município de Areia, no estado da Paraíba, Brasil e imagem de satélite do Arboreto Jayme Coelho de Moraes, representado pela linha vermelha. Fonte: agenciaufpb.br.; MEDEIROS (2020) **14**
- Figura 2.** Dados meteorológicos de temperatura média e umidade relativa do ar obtidos no período de maio a dezembro/2019 para o município de Areia, Paraíba, sendo representadas as duas expedições de coleta (C1 e C2) **15**
- Figura 3.** Microfungos assexuais associados à serapilheira de um fragmento de mata úmida em Areia, PB. A, *Sporochisma mirabile*. B, *Rhexoacrodictys* sp. C, *Endophragmiella* sp. D, *Pseudostanjehughesia* sp. E, *Tetraploa aristata*. F, *Ityorhoptrum* sp.1. **17**
- Figura 4.** Riqueza total de táxons de microfungos assexuais detectados nos substratos galho, casca e folha e nas duas expedições de coleta ocorridas no Arboreto Jayme Coelho de Moraes, Areia-PB **20**
- Figura 5.** Número de táxons exclusivos e compartilhados entre os substratos investigados casca, galho e folha **21**
- Figura 6.** Análise de agrupamento da comunidade de fungos associados aos substratos galho (G), casca (C) e folha (F) nas expedições de coleta (1 e 2) no Arboreto Jayme Coelho de Moraes, Areia PB. UPGMA–Dice. Coeficiente de correlação cofenético: 0,72. **23**
- Figura 7.** Estrutura reprodutiva assexual do microfungo *Exserticlava triseptata* A. Hernández. Conidióforo, célula conidiogênica e conídio. Fonte: CRUZ (2008)..... **32**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Microfungos assexuais obtidos de folhas (F), cascas (C) e galhos (G) nas diferentes expedições de coleta realizadas no Arboreto Jayme Coelho de Moraes.....**18**
- Tabela 2.** Matriz de similaridade Dice entre os substratos galho (G), casca (C) e folha (F), nas expedições de coleta (1 e 2) no Arboreto Jayme Coelho de Moraes, Areia PB.....**23**

SUMÁRIO

SUMÁRIO	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Área de estudo	13
2.2 Coleta das amostras	14
2.3 Detecção dos fungos e caracterização morfológica	15
2.4 Análise dos dados	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4 REFERÊNCIAS	25
5 ANEXO	32

1 INTRODUÇÃO

A matéria orgânica que fica retida na superfície do solo, composta por restos animais, vegetais e excrementos, é conhecida como serapilheira (ADUAN, 2003; BENFIELD, 1977). O componente vegetal (folhas, madeira, raízes, galhos, frutos, flores) compõe a maior fração da serapilheira, representando 90% da produção primária acumulada no solo de um ecossistema florestal (TADAKI, 1977; GAMA-RODRIGUES & BARROS, 2002; MAFRA et al., 2008; PENNA-FIRME & OLIVEIRA, 2017). Essa matéria orgânica exerce grande importância para os ecossistemas florestais, uma vez que é um indicador de produtividade da floresta, sendo importante para o processo de decomposição e ciclagem de nutrientes (EWEL, 1976; MONTAGNINI & JORDAN, 2002).

A serapilheira atua como um sistema de reciclagem, onde a partir da decomposição gradual do seu material, os nutrientes são liberados para o solo e absorvidos pelas raízes das árvores, tendo papel fundamental na restauração da fertilidade do solo (EWEL, 1976). A decomposição da serapilheira é o mais importante processo de ciclagem para os ecossistemas florestais (MONTAGNINI & JORDAN, 2002). Vários fatores podem influenciar o processo de decomposição como, por exemplo, o ambiente físico (temperatura, umidade, sazonalidade e fatores pedológicos), composição do substrato (teores de lignina, celulose, compostos fenólicos, elementos minerais, substâncias estimulantes ou alelopáticas no material biológico) e comunidade de organismos decompositores (microrganismos e fauna) (MEGURO et al., 1980; ZHANG et al., 2008).

Entre os organismos envolvidos na decomposição da serapilheira, os fungos destacam-se como os principais agentes decompositores do material vegetal uma vez que possuem enzimas com alta capacidade de degradação de compostos orgânicos como proteínas, celulose e ácidos aromáticos, mostrando-se essenciais na ciclagem de nutrientes (MASON, 1980; NASCIMENTO et al., 2018). Os fungos que crescem sobre a matéria orgânica morta são denominados de sapróbios, sendo a grande maioria microfungos. O termo “microfungos” define os fungos que apresentam estruturas reprodutivas minúsculas tamanhos diminutos, com medidas que variam de 2 mm a dimensões microscópicas (CANNON & SUTTON, 2004).

Os fungos sapróbios são representados pelos espécimes pertencentes ao filo Mucoromycota (WIJAYAWARDENE et al., 2020), fungos assexuais, alguns basidiomicetos e ascomicetos (CANNON & SUTTON, 2004). Os microfungos assexuais são os mais representativos e se reproduzem através de esporos produzidos por mitose ou a partir de estruturas originadas do micélio somático (ALEXOPOULUS et al., 1996). Esses esporos são

chamados de conídios e são produzidos pelas células conidiogênicas conectadas aos conidióforos. Tais estruturas são conhecidas como estruturas reprodutivas assexuais e as suas características são muito importantes para determinar a taxonomia do grupo (Anexo 1) (SEIFERT et al., 2011).

Apesar da grande importância ecológica dos microfungos sapróbios, este grupo de organismos é pouco estudado, principalmente em regiões tropicais (ALMEIDA, 2010; HAWKSWORTH, 2012; SILVA et al., 2014), e é considerado grupo importante da diversidade biológica visto que novas espécies são constantemente descritas (HEREDIA-ABARCA et al., 2018; CANTILLO et al., 2019; PEM et al., 2019; BARBOSA et al., 2020; HYDE et al., 2020). Como a serapilheira é constituída por detritos de várias espécies vegetais, apresentando diferentes superfícies e composições químicas, torna-se, portanto, um ambiente altamente favorável para a colonização de uma grande diversidade de fungos (MERCADO SIERRA et al., 1987). Diversos fatores podem influenciar a distribuição das comunidades de fungos associados a serapilheira incluindo a composição de plantas do ambiente, o tipo de substrato e as variáveis ambientais (COSTA & GUSMÃO, 2017; SANTA IZABEL & GUSMÃO, 2018; KODSUEB & LUMYONG, 2019).

No Brejo Paraibano os trabalhos sobre a diversidade de microfungos assexuais são bem escassos e fragmentados, sendo considerados estudos iniciais (FIUZA & GUSMÃO, 2013; SILVA et al., 2014; COSTA & GUSMÃO, 2017; SANTA IZABEL & GUSMÃO 2018). Entretanto os dados obtidos em todos os trabalhos demonstram que os microfungos assexuais da região são muito diversos. Nesse contexto, o presente estudo objetivou investigar os microfungos assexuais associados a folhas, galhos e cascas presentes na serapilheira de um fragmento de mata úmida em Areia-PB, além de analisar a riqueza e similaridade entre as micobiotas dos diferentes substratos vegetais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As expedições de coleta foram realizadas no Arboreto Jayme Coelho de Moraes (6°58'15''S e 35°42'54''O) (SILVA, 2018) pertencente a um fragmento de Mata Atlântica na cidade de Areia, Paraíba, situado no CCA – Campus II de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (Figura 1).

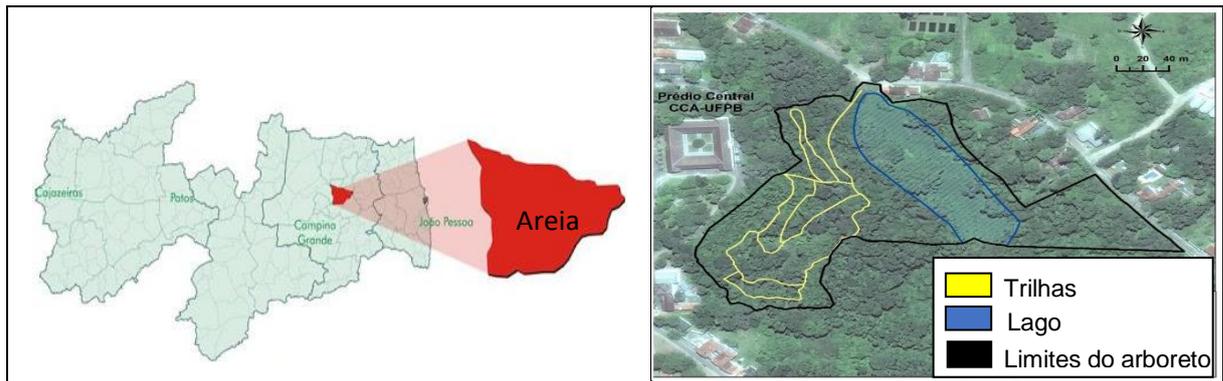


Figura 1. Localização geográfica do município de Areia, no estado da Paraíba, Brasil e imagem de satélite do Arboreto Jayme Coelho de Moraes. Fonte: agenciaufpb.br.; MEDEIROS (2020).

O município de Areia situa-se na Microrregião Geográfica Brejo Paraibano. O clima é classificado em “As” de acordo com a classificação de Köppen, sendo quente úmido com chuvas nas estações de outono e inverno (SILVA et al., 2016). A temperatura média anual é 24° C e sua umidade relativa se mantém em torno de 85%, com precipitação média anual de 1.400 mm (COSTA et al., 2011). O solo é do tipo argissolo vermelho amarelo (SANTOS et al., 2018).

O Arboreto Jayme Coelho de Moraes possui uma vegetação do tipo ombrófila densa com agrupamentos de espécies típicas de bambus, palmeiras, cipós e sorocabas (IBGE, 2012). A área apresenta gradientes climáticos, tendo mais de 60 dias de seca por ano (IBGE, 2012). No fim da década de 30, a região sofreu impactos por consequência de atividades antrópicas, onde era realizada a monocultura de cana-de-açúcar (RODRIGUES, 2017). Foi criada como área preservada, denominada de Arboreto, no início da década de 1940, pelo professor e pesquisador botânico Jayme Coelho de Moraes (Gadelha, comunicação pessoal).

2.2 Coleta das amostras

Para a coleta das amostras de substratos foram realizadas duas expedições que ocorreram nos meses de julho e dezembro de 2019. Em cada expedição foram escolhidos casualmente cinco pontos e em cada ponto foram coletados folhas, cascas e galhos. Uma área de aproximadamente de 4 m² foi delimitada em cada ponto. Nos limites desta área foi arremessado casualmente, por quatro vezes, um quadrado vazado com área de 400 cm², do qual foram obtidos uma folha, uma casca e um galho por arremesso. Desta forma, quatro amostras de cada tipo de substrato foram obtidas por ponto, totalizando 20 folhas, 20 cascas e 20 galhos

por expedição e 120 substratos durante todo o estudo. Após a coleta, os substratos foram acondicionados em sacos de papel kraft devidamente identificados e transportados para o Laboratório de Microbiologia do Departamento de Biociências, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), para serem processados.

Os dados de temperatura média e umidade relativa do ar foram monitorados através do posto meteorológico localizado no CCA/UFPB e encontram-se representados na Figura 2.

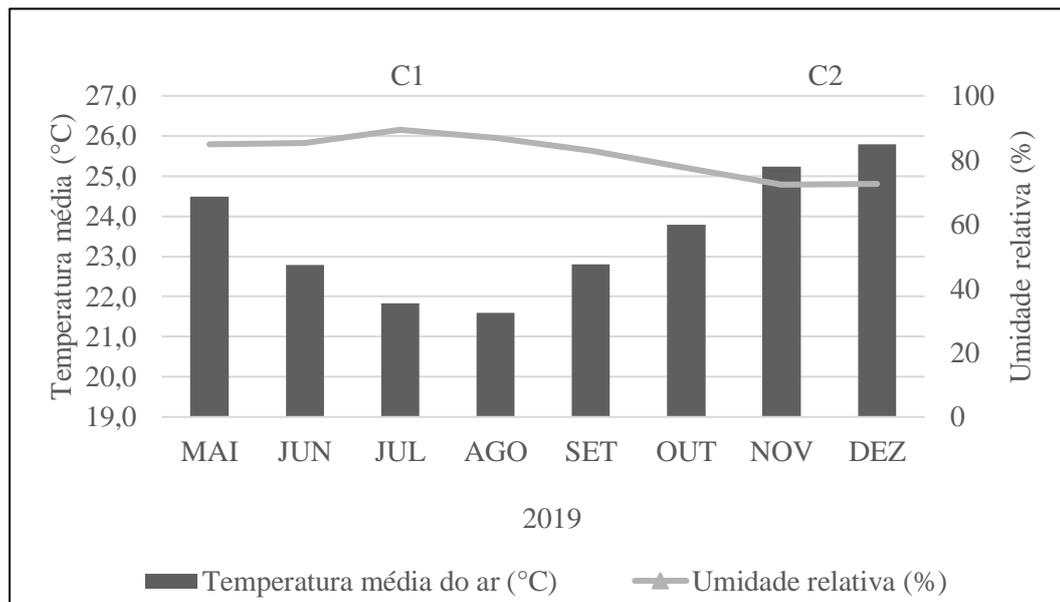


Figura 2. Dados meteorológicos de temperatura média e umidade relativa do ar obtidos no período de maio a dezembro/2019 para o município de Areia, Paraíba, sendo representadas as duas expedições de coleta (C1 e C2).

2.3 Detecção dos fungos e caracterização morfológica

Para a detecção dos microfungos sapróbios, diretamente dos substratos vegetais em decomposição, estes passaram por um processo de lavagem e incubação, seguindo a metodologia de Castañeda-Ruiz et al. (2016) com modificações. Inicialmente os substratos foram acondicionados em peneiras, devidamente identificadas, e estas foram postas em uma bandeja para lavagem em água corrente por 30 min. Após este processo, os substratos foram postos sobre a bancada para secar em temperatura ambiente e em seguida foram transferidos para câmaras úmidas (placas de petri com papel filtro umedecido). Os substratos foram observados diariamente, sob estereomicroscópio, por um período de até 60 dias para visualizar o crescimento das estruturas reprodutivas dos fungos (conidióforo, célula conidiogênica e conídio) diretamente da sua superfície seguindo o método de observação direta.

Uma vez observadas as estruturas reprodutivas, estas foram coletadas com auxílio de uma agulha fina do tipo insulina, e posteriormente transferidas para um meio de montagem de lâminas permanentes, (resina PVL, constituída de lactofenol + álcool polivinílico) (TRAPPE & SCHENCK, 1982). Os espécimes de fungos foram identificados ao nível de gênero/espécie, por meio de observação ao microscópio óptico das suas estruturas reprodutivas de interesse taxonômico e comparação com as descrições disponíveis em bibliografia básica especializada. Os microfungos que não foram possíveis de identificar foram caracterizados, denominados de fungos não identificados (Fni) e enumerados.

O material vegetal foi seco e herborizado em envelopes de papel. Posteriormente, foi depositado juntamente com as lâminas no Herbário Jayme Coelho de Moraes do CCA-UFPB.

2.4 Análise de dados

Um inventário foi construído com dados de presença e ausência, constando os táxons de microfungos sapróbios associados as folhas, cascas e galhos nas diferentes expedições de coleta realizadas no Arboreto Jayme Coelho de Moraes. A comparação da riqueza de táxons entre os substratos analisados e coletas foi realizada por meio do gráfico de barras. Para a visualização do número de táxons compartilhados e exclusivos para os diferentes substratos foi construído o Diagrama de Venn (BIOINFORMATICS, 2020). Quanto a comparação da similaridade entre as comunidades de fungos dos diferentes substratos e expedições, foi utilizado o método de agrupamento UPGMA (*unweighted pair group method with arithmetic mean*), com uso do índice de Dice (MAGURRAN, 1988). Uma matriz de similaridade foi construída baseada em dados de presença e ausência das espécies, para os diferentes substratos e expedições de coleta, utilizando o índice de Dice com coeficiente de correlação cofenético: 0,72. As análises foram realizadas com o apoio dos programas PAST v. 4.03 (HAMMER et al., 2001) e Excel versão 2016 (MICROSOFT®).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das amostras coletadas nos diferentes pontos, foram encontrados 47 táxons de microfungos assexuais pertencentes a 26 gêneros, dentre os quais 46 foram hifomicetos, apenas um celomiceto e sendo todos ascomicetos (Tabela 1). Dez táxons

apresentaram ocorrência em duas a quatro amostras, ou seja, determinados táxons apareceram em dois, três e até quatro substratos analisados, sendo eles: *Cacumisporium pleuroconidiophorum* (Davydkina & Melnik) R.F. Castañeda, Heredia & Iturr., *Cacumisporium* sp., *Sporidesmium adscendens* Berk., *Neohelicosporium* sp., *Periconia* sp., *Pseudostanjehughesia* sp., *Sporoschisma mirabile* Berk. & Broome, *Verticillium* sp. e *Wiesneriomyces* sp. Enquanto que a grande maioria dos táxons, 37, apresentou ocorrência em apenas uma amostra, ou seja, não foram detectados em mais de um substrato (Tabela 1 e Figura 3).



Figura 3. Microfungos assexuais associados à serapilheira de um fragmento de mata úmida em Areia, PB. A, *Sporochisma mirabile*. B, *Rhexoacrodictys* sp. C, *Endophragmiella* sp. D, *Pseudostanjehughesia* sp. E, *Tetraploa aristata*. F, *Ityrorhoptrum* sp.1.

Tabela 1. Microfungos assexuais obtidos de folhas (F), cascas (C) e galhos (G) nas diferentes expedições de coleta realizadas no Arboreto Jayme Coelho de Moraes

TÁXONS	EXPEDIÇÃO 1			EXPEDIÇÃO 2		
	F	G	C	F	G	C
<i>Acrodactys elaeidis</i> J.M. Yen & Sulmont, Cahiers de la Maboké					X	
<i>Bactrodesmium longisporum</i> M.B. Ellis		X				
<i>Beltrania</i> sp.	X			X		
<i>Brachysporiella gayana</i> Batista A. C		X				
<i>Cacumisporium pleuroconidiophorum</i> (Davydkina & Melnik) R.F. Castañeda, Heredia & Iturr		X	X		X	
<i>Cacumisporium</i> sp.		X				X
<i>Codinaea</i> sp.		X				
<i>Ellisembia adscendens</i> (Berkeley) Subramanian		X			X	
<i>Ellisembia</i> cf. <i>flagelliformis</i> (Matsush.) W.P. Wu			X			
<i>Ellisembia</i> sp. 1					X	
<i>Ellisembia</i> sp. 2	X					
<i>Endophragmiella</i> sp.						X
cf. <i>Ernakulamia</i> sp.1						X
cf. <i>Ernakulamia</i> sp.2		X				
<i>Exserticlava</i> cf. <i>aquatica</i> L.T. Carmo, C.R. Silva, Careli, S.M. Leão, Feletti & Gusmão					X	
<i>Gonytrichum</i> cf. <i>macrocladum</i> (Sacc.) S. Hughes					X	
<i>Gyrothrix cornuta</i> V. Rao & de Hoog	X					
<i>Gyrothrix verticiclada</i> (Goid.) S. Hughes & Piroz	X					
cf. <i>Humicola</i> sp.				X		
<i>Ityorhoptrum</i> sp.1						X
<i>Ityorhoptrum</i> sp.2					X	
<i>Junewangia globulosa</i> (Tóth) W.A. Baker & Morgan-Jones			X			
cf. <i>Kionochaeta</i> sp.	X					
<i>Monodictys</i> sp.					X	
<i>Neohelicosporium</i> sp.		X	X			
<i>Paraceratocladium</i> sp.	X					
<i>Periconia</i> sp.	X					X
<i>Pseudostanjehughesia</i> sp.		X				
<i>Quadracaea</i> sp.			X			
<i>Rhexoacrodictys</i> sp.						X
<i>Selenodriella</i> sp.	X					
<i>Selenodriella</i> sp.					X	
<i>Speiopsis</i> sp.	X					
<i>Sporidesmium tropicale</i> M.B. Ellis		X				
<i>Sporoschisma mirabile</i> Berk. & Broome			X		X	X
cf. <i>Sympodioplanus</i> sp.			X			
<i>Tetraploa aristata</i> Berk. & Broome			X			
<i>Veronaea</i> sp.		X				

<i>Verticillium</i> sp.		X	X	X
<i>Wiesneriomyces</i> sp.	X			
Fni. 1			X	
Fni. 2		X		
Fni. 3		X		
Fni. 4			X	
Fni. 5			X	X
Fni. 6	X			
Fni. 7	X			

Fni: Fungos não identificados

Os microfungos assexuais representam o grupo de fungos sapróbios mais representativo, uma vez que crescem em uma variedade de substratos e apresentam diversidade adaptativa a esse tipo de habitat, favorecidos pelas condições adequadas de temperatura e umidade presentes nos ecossistemas florestais (DIX & WEBSTER, 1995; CRUZ & GUSMÃO, 2009). A grande maioria foram hifomicetos dematiáceos com esporulação seca, não apresentando mucilagem, sendo facilmente dispersos no ambiente, isso favorece a dispersão e disseminação dos esporos no ambiente natural por meio de correntes de ar, água de chuvas ou mesmo insetos. A pigmentação escura, característica que define o termo dematiáceo, fornece a esses fungos alta resistência contra as pressões ambientais, em particular a exposição direta à radiação solar. Essa proteção é devido à presença de compostos do complexo melanínico na sua parede celular (ALEXOPOULUS et al., 1996).

Todos os táxons identificados no presente trabalho são relatados como decompositores de substratos vegetais de várias espécies de plantas sendo registrados em inventários de regiões tropicais (MARQUES, 2007; SANTA IZABEL & GUSMÃO, 2018; MONTEIRO et al., 2019) e temperadas (HERNÁNDEZ-RESTREPO et al., 2017). Muitos estudos que investigaram a diversidade de microfungos sapróbios têm revelado novos gêneros, espécies e registros, principalmente quando áreas tropicais são investigadas (HEREDIA-ABARCA et al., 2018; CANTILLO et al., 2019; MONTEIRO et al., 2019; PEM et al., 2019; BARBOSA et al., 2020; HYDE et al., 2020).

Considerando os substratos, o galho apresentou maior riqueza de táxons (23), casca a menor riqueza (14) e folha (17) (Figura 4). Comparando a riqueza de táxons entre as expedições de coleta, na primeira foi observado maiores valores em todos os substratos investigados, com o substrato galho abrigando maior riqueza (15) (Figura 4).

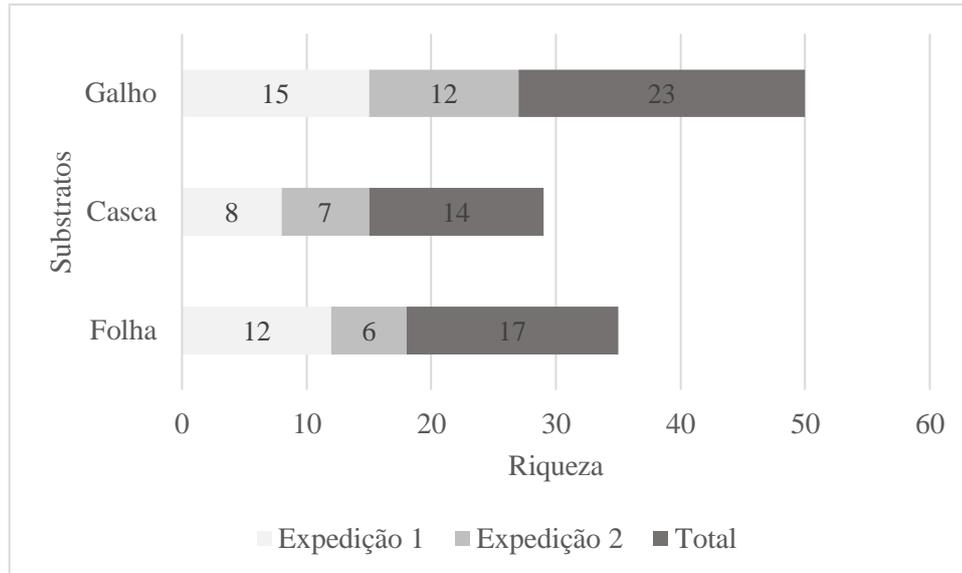


Figura 4. Riqueza total de táxons de microfungos assexuais detectados nos substratos galho, casca e folha nas duas expedições de coleta ocorridas no Arboreto Jayme Coelho de Moraes, Areia-PB.

A maioria dos trabalhos que investigaram a comunidade de fungos sapróbios em diferentes substratos, registram maior riqueza associada a folhas (MARQUES et al., 2008; SILVA et al., 2014; SANTA IZABEL & GUSMÃO, 2018). Por outro lado, Ananda e Sridhar (2004) obtiveram maior riqueza de fungos associados a substratos lignícolas, quando comparados com as folhas, em uma área de mangue no litoral indiano. Segundo Marques et al. (2008) tais diferenças encontradas nas comunidades de fungos poderiam representar as particularidades de cada ambiente e substratos investigados. O método utilizado para o isolamento e detecção dos fungos também pode influenciar na comunidade observada. A metodologia de observação direta empregada no presente estudo poderia subestimar a real riqueza da comunidade uma vez que as estruturas reprodutivas fúngicas poderiam não ter crescido no momento da observação (PAULUS et al., 2003). Estudos têm relatado que o emprego de diferentes métodos de isolamento detecta uma maior diversidade de fungos, uma vez que determinadas abordagens metodológicas favorecem o crescimento de fungos adaptados as condições empregadas (FIUZA et al., 2019). Tais resultados indicam uma complementariedade entre os métodos de isolamento para estudos de diversidade de fungos.

Outros fatores que têm grande influência na comunidade de fungos são a temperatura e umidade relativa do ar, uma vez que elevados índices favorecem a propagação dos fungos no ambiente (CANNON & SUTTON, 2004). A primeira expedição de coleta, realizada em julho/2019, apresentou menores índices de temperatura média (21,8 °C) e maiores índices de

umidade relativa do ar (90%) quando comparada com a segunda expedição, em dezembro/2019, que apresentaram índices de 25,8 °C e 72,5%, respectivamente (Figura 2). Tais fatores ambientais influenciam diretamente na germinação dos esporos dos fungos e a colonização dos substratos vegetais da serapilheira por uma maior diversidade de fungos favorecendo o processo de decomposição da matéria orgânica (CANNON & SUTTON, 2004; COSTA & GUSMÃO, 2017). Assim as comunidades de fungos associadas aos substratos vegetais em períodos de elevada umidade tendem a ser mais diversas (PAULUS et al., 2006; COSTA & GUSMÃO, 2017; SANTA IZABEL & GUSMÃO, 2018), como foi observado no presente trabalho.

Não houve sobreposição de táxons entre as comunidades de fungos associadas aos três substratos vegetais. Comparando os fungos da casca e galho, quatro táxons foram compartilhados: *C. pleuroconidiophorum*, *Cacumisporium* sp., *Neoheliscoporium* sp. e *S. mirabile*. Entre galho e folha, dois táxons foram comuns: *Verticillium* sp. e Fni 5; e entre casca e folha apenas o táxon *Periconia* sp. foi compartilhado. Os táxons exclusivos foram mais representativos em galho (17), seguido pela folha (14) e casca (09) (Figura 5).



Figura 5. Número de táxons exclusivos e compartilhados entre os substratos investigados folha, galho e casca.

Silva et al. (2014) investigaram a comunidade de fungos de substratos submersos (folha, pecíolo, galho e casca) em quatro áreas de Mata úmida e uma de Caatinga na região Nordeste e não observaram sobreposição de táxons entre os substratos. Santa Izabel e Gusmão (2018) encontraram uma sobreposição muito baixa (7%) entre as comunidades de fungos de folhas,

casca e galho de três áreas de mata úmida na região semiárida. Essa baixa ou nenhuma sobreposição poderia estar relacionada pela preferência de um dado substrato pelos fungos, visto que diferentes substratos ou partes destes abrigam fungos distintos (HYDE & ALIAS, 2000; PARUNGAO et al., 2002).

Quando pares de substratos são comparados, maior sobreposição de espécies ocorre entre galho e casca e menor entre casca e folha. O galho e casca apresentam maiores valores de lignina e celulose e baixos conteúdos de nitrogênio quando comparados as folhas (WONG et al., 1998). Os fungos produzem um grupo complexo de enzimas para a degradação dessas substâncias, mas apenas poucos fungos têm a capacidade enzimática para decompor todos esses compostos (BUCHER et al., 2004). Desta forma, como casca e galho apresentam similaridades na sua composição química e textura da superfície, houve maior número de táxons compartilhados.

Uma melhor forma de observar as similaridades entre as comunidades é pela análise de agrupamento. A Figura 6 apresenta o resultado da análise sendo possível visualizar dois agrupamentos bem definidos: um representando a similaridade entre as comunidades de galhos e cascas das expedições 1 e 2, sendo os galhos mais similares entre si; e outro grupo formado com as comunidades de folhas. Segundo a matriz de similaridade os maiores índices de similaridade de Dice foram: 0.23 para os galhos das expedições 1 e 2; 0.18 para galho e casca da expedição 1; 0.13 para cascas e 0.11 para folhas das expedições 1 e 2 (Tabela 2).

A análise de agrupamento entre as comunidades de fungos revelou que o substrato foi o fator mais significativo em ordenar a comunidade de fungos do que a expedição de coleta. Resultado semelhante também foi obtido por Santa Izabel e Gusmão (2018) em que as comunidades de fungos de casca e galho obtidos nas áreas de coleta na Bahia, Ceará e Paraíba foram mais semelhantes entre si do que a comunidade de folhas coletadas nas mesmas áreas. Segundo Alegrucci et al. (2015) a composição química e textura dos substratos fornecem diferentes micro nichos e nutrientes, que influenciarão na colonização dos substratos pelos fungos e na composição da sua comunidade.

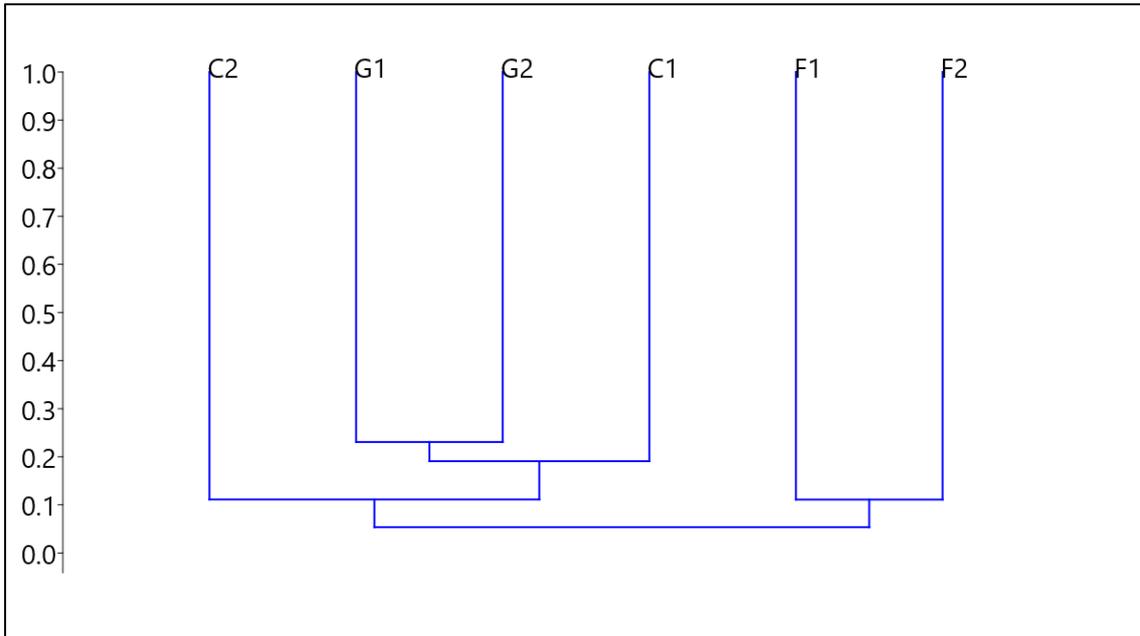


Figura 6. Análise de agrupamento da comunidade de fungos associados aos substratos folha (F), galho (G) e casca (C) nas expedições de coleta (1 e 2) no Arboreto Jayme Coelho de Moraes, Areia PB. UPGMA–Dice. Coeficiente de correlação cofenético: 0,72.

Tabela 2. Matriz de similaridade Dice entre os substratos galho (G), casca (C) e folha (F), nas expedições de coleta (1 e 2) no Arboreto Jayme Coelho de Moraes, Areia PB

	C1	G1	F1	C2	G2	F2
C1	1					
G1	0.18	1				
F1	0	0	1			
C2	0.13	0.09	0.1	1		
G2	0.2	0.23	0	0.1	1	
F2	0	0.1	0.11	0	0.2	1

Uma preferência de algumas espécies fúngicas por determinados substratos foi observada, sendo os substratos lignícolas mais similares em suas comunidades de fungos, uma vez que apresentam propriedades semelhantes de composição, bem como não houve sobreposição de táxons entre os três substratos analisados, indicando que, assim como em

outros trabalhos já realizados, os microfungos estão intimamente relacionados com os ambientes em que são encontrados. Os dados indicaram que os substratos e ambiente investigados são propícios para comportar grande diversidade de fungos, os quais são fundamentais para a decomposição da matéria orgânica que se faz presente na superfície do solo. Como esperado, as condições climáticas dos períodos de coleta e características dos substratos influenciaram na riqueza e construção das comunidades fúngicas, evidenciando que ambientes tropicais fornecem excelentes condições para a propagação e colonização pelos microfungos, que são essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas. Desta forma, o presente estudo contribui de forma substancial para a ampliação do conhecimento deste grupo de microfungos, fornecendo base para outros trabalhos relacionados.

4 REFERÊNCIAS

- ADUAN, R. E. Respiração de solos e ciclagem de carbono em cerrado nativo e pastagem no Brasil Central. 2003. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília.
- ALLEGRUCCI, R.; BUCSINSZKYA, A. M.; ARTURIB, M.; CABELLO, M. N. 2015. Communities of anamorphic on green leaves and leaf litter of native forest of *Scutia buxifolia* and *Celtistala* – Composition, diversity, seasonality and substrate specificity. *Rev Iberoam Micol*, 32 (2):71-78.
- ALEXOPOULUS, C. J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. 1996. *Introductory Mycology*. New York: John Wiley, Sons Inc, 4^o ed. 880p.
- ALMEIDA, D. A. C. 2010. Fungos conidiais sapróbicos na serra da fumaça, Pindobaçu, Bahia. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Ba.
- ANANDA, K. & SRIDHAR, K.R. 2004. Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf litter of mangrove forests in the southwest coast of India. *Curr. Sci*, 87(10):.1431–1437.
- BARBOSA, F. R.; FIUZA, P. O.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F. 2020. *Ramiphialis ronuroensis* gen. and sp. Nov., a hyphomycete from the amazonian rainforest. *Mycotaxon*, 135(2):.293-298.
- BENFIELD, E. F. 1997. Comparison of litterfall input to streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 16: 104-108.
- BUCHER, V. V. C.; HYDE, K. D.; POINTING, S. B.; REDDY, C. A. 2004. Production of wood decay enzymes, mass loss and lignin solubilization in wood by marine ascomycetes and their anamorphs. *Fungal Divers*, 15:.1–14.
- CANNON, P. F. & SUTTON, B. C. 2004. Microfungi on wood and plant debris. In: FOSTER, M. S.; BILLS, G. F.; MUELLER, G. M. (eds.). *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. San Diego: Elsevier, Academic Press, 217-239.
- CANTILLO, T.; ALMEIDA, D. A. C.; MONTEIRO, J. S.; GUSMÃO, L. F. P. 2019. *Pararhexoacrodictys* (Incertae sedis, Ascomycetes) gen. nov., new combinations and new records of hyphomycetes from Brazil, *Phytotaxa*, 397 (2):.199–209.

- CASTAÑEDA-RUIZ, R. F.; HEREDIA-ABARCA, G.; GUSMÃO, L. F. P.; LI, D. W. 2016. Fungal diversity of central and south America. In: *Biology of microfungi*, Springer, Cham, 197-217.
- COSTA, T. S. A.; COSTA FILHO, J. F.; BARACHO, D. C.; SANTOS, T. S.; MARINHO, E. C. S. 2011. Análise da temperatura do ar em Areia – PB, em anos de ocorrência de “EL NIÑO”. Anais XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjpmMDOgOXtAhUeH7kGHegmBv4QFjAAegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.sbagro.org%2Ffiles%2Fbiblioteca%2F3486.pdf&usg=AOvVaw3iTx2gDFzJa5JIUEgKK0w9>> Acessado: 19/04/2020.
- COSTA, L.A. & GUSMÃO, L.F.P. 2017. Communities of saprobic fungi on leaf litter of *Vismia guianensis* in remnants of the Brazilian Atlantic Forest. *J. For. Res.*, 28(1):163-172.
- CRUZ, A.C.R.; GUSMÃO, L.F.P. 2009. Fungos conidiais na Caatinga: espécies associadas ao folheto. *Acta bot. bras.*, 23(4):.999-1012.
- CRUZ, A. C. R.; GUTIÉRREZ, A. H.; GUSMÃO, L. F. P. 2008. O gênero *Exserticlava* (fungo anamorfo - Hyphomycetes) no Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, 31(2):.357-361.
- DIX, N. J. & WEBSTER, J. 1995. *Fungal ecology*. London: Chapman & Hall. 1º ed. 549p.
- EWEL, J. J. 1976. Litter falland leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. *J. Ecol.*, 64:.293-308.
- FIUZA, P. O. & GUSMÃO, L. F. P. 2013. Ingoldian fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Mycosphere*, 4(6):.1133-1150.
- FIUZA, P. O; COSTA, L. A; MEDEIROS, A. O; GULIS, V. GUSMÃO, L. F. P. 2019. Diversidade de hifomicetos de água doce associados a serapilheira de *Calophyllum brasiliense* em riachos da região semiárida do Brasil. *Progresso Micológico*. 18:.907-920.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. & BARROS, N. F. 2002. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no Sudeste da Bahia, Brasil. *Rev. Árvore*, 26(2): 193-207.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron*, 4(1):.9.

- HAWKSWORTH, D. L. 2012. Global species numbers of fungi: Are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate? *Biodivers. conserv.* 21:2425–2433.
- HEREDIA-ABARCA, G.; ARIAS-MOTA, R. M.; MENA-PORTALES, J.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F. 2018. Saprophytic synnematosous microfungi. New records and known species for Mexico. *Ver. Mex. de Biodivers.* 89: 604 – 618.
- HERNÁNDEZ-RESTREPO, I. M.; GENÉ, J.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F.; MENA-PORTALES, J. W.; CROUS, P. W.; GUARRO, J. 2017. Phylogeny of saprobic microfungi from Southern Europe. *Stud. Mycol.* 86:53-97.
- HYDE, K. D. & ALIAS, S. A. 2000. Biodiversity and distribution of fungi associated with decomposing *Nypa fruticans*. *Biodivers. Conserv.* 9:393–402.
- HYDE, K.D., DONG, Y. & PHOOKAMSAK, R. et al. 2020. Fungal diversity notes 1151–1276: taxonomic and phylogenetic contributions on genera and species of fungal taxa. *Fungal Divers.* 100:5–277.
- IBGE. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro. 2º ed. 272p.
- KODSUEB, R. & LUMYONG, S. 2019. Diversity of saprobic fungi on *Magnolia garrettii*: do collecting sites and seasons affect the fungal community? *Sains Malays.* 48(11):2437–2449.
- MAFRA, A. L.; GUEDES, S. F. F.; KLAUBERG FILHO, O.; SANTOS, J. C. P., ALMEIDA, J. A.; ROSA, J. D. 2008. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. *Rev. Árvore*, 32(2):217-224.
- MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University, New Jersey, Springer, 1º ed. 179p.
- MARQUES, M. F. O. 2007. Fungos conidiais associados à decomposição de substratos vegetais em fragmento de mata atlântica, Serra da Jibóia, Bahia. Recife: Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pe.
- MARQUES, M. F. O.; GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L. C. 2008. Species richness of conidial fungi in two areas of Atlantic Forest at Morro da Pioneira, Serra da Jibóia, Bahia State, Brazil. *Acta Bot. Bras.* 22:954–961.

- MASON, C. F. 1980. Decomposição. Ed. Universidade de São Paulo. São Paulo. Ed. Pedagógica Universitária, 18: 63p.
- MEDEIROS, T. M. 2020. Reflexões e colaborações da educação ambiental para o planejamento e criação de um jardim botânico em um Centro de Ciências Agrárias da UFPB. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, Pb.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. 1980. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. III – Decomposição do material foliar e liberação de nutrientes minerais. São Paulo. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, Vol 8: 7-20.
- MERCADO SIERRA, A.; HOLUBOVÁ-JECHOVÁ, V.; MENA-PORTALES, J.; FRAGINALS-GONZÁLES, G. 1987. Hongos imperfectos de Pinar del Rio, Cuba: El ambiente y la taxonomía de hifomicetes demaciáceos hallados. Acta Botanica Cubana 2: 1-10p.
- MONTAGNINI, F. & JORDAN, C. F. 2002. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago: Ediciones LUR. 167-191.
- MONTEIRO, J. S.; SARMENTO, P. S. M.; SOTAO, H. M. P. 2019. Saprobic conidial fungi associated with palm leaf litter in eastern Amazon, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, (3) 91: 1678-2690.
- NASCIMENTO, R. P.; RIBEIRO, B. D.; PEREIRA, K. S.; COELHO, M. A. Z. 2018. Microbiologia Industrial: Bioprocessos. Rio de Janeiro. Elsevier, 1ª ed. 704p.
- PARUNGAO, M. M.; FRYAR, S. C.; HYDE, K. D. 2002. Diversity of fungi on rainforest litter in North Queensland, Australia. Biodivers. Conserv. 11: 1185-1194.
- PAULUS, B. C.; GADEK, P.; HYDE, K. 2003. Estimation of microfungi diversity in tropical rainforest leaf litter using particle filtration: the effects of leaf storage and surface treatment. Mycol. Res, 107: 748-756.
- PAULUS, B. C.; KANOWSKI, J.; GADEK, P. A.; HYDE, K. D. 2006. Diversity and distribution of saprobic microfungi in leaf litter of an Australian tropical rainforest. Mycol. Res, 110: 1441-1454.
- PEM, D.; JEEWON, R.; GAFFOROV, Y.; HONGSANAN, S.; PHUKHAMSAKDA, C.; PROMPUTTHA, I.; DOILOM, M.; HYDE, K. D. 2019. Melanocamarosporioides ugamica

gen. et sp. nov., a novel member of the family Melanommataceae from Uz bekistan. *Mycol. Prog*, 18 (3):.471–481.

PENNA-FIRME, R. & OLIVEIRA, R. R. 2017. Indicadores de funcionalidade ecossistêmica: integrando os processos de produção e decomposição da serapilheira. *Pesquisas, Botânica* 70: 213-223.

RODRIGUES, E. F. 2017. Levantamento florístico como ferramenta para a criação de um jardim botânico. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Pb.

SANTA IZABEL, T. S. S. & GUSMÃO, L. F. P. 2018. Richness and diversity of conidial fungi associated with plant debris in three enclaves of atlantic forest in the caatinga biome of Brazil. *Plant Ecol Evol*. 151(1):.35-47.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa solos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>>. Acessado: 14/11/2020.

SEIFERT, K. A.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. 2011. The genera of Hyphomycetes. CBS Biodiversity Series 9. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre. 997p.

SILVA, M. C.; SILVINO, G. S.; SILVA, M. C. 2016. Da abundância hídrica à escassez de água residencial: as particularidades hidroterritoriais no Brejo de Altitude do município de Areia, Paraíba, Brasil. *R D S*. 21-37.

SILVA, V. 2018. Diversidade de fungos do solo de um fragmento de mata atlântica na Paraíba. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, Pb.

SILVA, S. S.; SANTA IZABEL, T. S. S.; GUSMÃO, L. F. P. 2014. Conidial fungi associated with submerged plant debris in some areas of Caatinga biome. *Rodriguésia* 65:527–538.

TADAKI, Y. 1977. Leaf Biomass. Tokyo. JIBP synthesis. Vol. 16: 39-57p.

TRAPPE, J. M. & SCHENCK, N. C. 1982. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae. In: SCHENCK, N.C. (ed). *Methods and principles of Mycorrhizal Research*. St. Paul: The American Phytopathological Society. 1-9.

UFPB, A. Agência UFPB. 2020. Disponível em <<http://www.agencia.ufpb.br/mapas/areia/areia.html>>. Acessado: 06/11/2020.

WIJAYAWARDENE, N. N.; HYDE, K. D.; AL-ANI, L. K. T.; TEDERSO, L.; HAELEWATERS, D.; RAJESHKUMAR, K.C.; ZHAO, R. L.; APTROOT, A.; LEONTYEV, D. V.; SAXENA, R. K.; TOKAREV, Y. S.; DAI, D. Q.; LETCHER, P. M.; STEPHENSON, S. L.; ERTZ, D.; LUMBSCH, H. T.; KUKWA, M.; ISSI, I. V.; MADRID, H.; PHILLIPS, A. J. L.; SELBMANN, L.; PFLIEGLER, W. P.; HORVÁTH, E.; BENSCH, K.; KIRK, P. M.; KOLARIKOVÁ, K.; RAJA, H. A.; RADEK, R.; PAPP, V.; DIMA, V.; MA, J.; MALOSSO, E.; TAKAMATSU, S.; RAMBOLD, G.; GANNIBAL, P. B.; TRIEBEL, D.; GAUTAM, A. K.; AVASTHI, S.; SUETRONG, S.; TIMDAL, E.; DELGADO, G.; RÉBLOVÁ, M.; DOILOM, M.; DOLATABADI, S.; PAWLOWSKA, J. Z.; HUMBER, R. A.; KODSUEB, R.; SÁNCHEZ-CASTRO, I.; GOTO, B. T.; SILVA, D. K.; DE-SOUZA, F. A.; OEHL, F.; DA-SILVA, G. A.; SILVA, I. R.; BLASZKOWSKI, J.; JOBIM, K.; MAIA, L. C.; BARBOSA, F. R.; FIUZA, P. O.; DIVAKAR, P. K.; SHENOV, B. D.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F.; SOMRITHIPOL, S.; LATEEF, A. A.; KARUNARATHNA, S. C.; TIBPROMMA, S.; MORTIMER, P. E.; WANASINGHE, D. N.; PHOOKAMSAK, R.; XU, J.; WANG, Y.; TIAN, F.; ALVARADO, P.; LI, D. W.; KUSAN, I.; MATOCEC, N.; MESIC, A.; TKALCEC, Z.; KALCEC, Z.; MAHARACHCHIKUMBURA, S. S. N.; PAPIZADEH, M.; HEREDIA, G.; WARTCHOW, F.; BAKHSHI, M.; BOEHM, E.; YOUSSEF, N.; HUSTAD, V. P.; LAWREV, J. D.; SANTIAGO, A. L. C. M. A.; BEZERRA, J. D. P.; SOUZA-MOTTA, C. M.; ouza-Motta, FIRMINO, A. L.; TIAN, Q.; HOUBRAKEN, J.; HONGSANAN, S.; TANAKA, K.; DISSANAVAKE, A. J.; MONTEIRO, J. S.; GROSSART, H. P.; SUIIA, A.; WEERAKOON, G.; ETAVO, J.; TSURYKAU, A.; VÁZQUEZ, V.; MUNGAI, P.; DAMM, U.; LI, Q. R.; ZHANG, H.; BOONMEE, S.; Lu, Y. Z.; BECERRA, A. G.; KENDRICK, B.; BREARLEY, F. Q.; MOTIEJUNAITE, J.; SHARMA, B.; KHARE, R.; GAIKWAD, S.; WIJESUNDRA, D. S. A.; TANG, L. Z.; HE, M. Q.; FLAKUS, A.; RODRIGUEZ-FLAKUS, P.; ZHURBENKO, M. P.; MCKENZIE, E. H. C.; STADLER, M.; BHAT, D. J.; LIU, J. K.; RAZA, M.; JEEWON, R.; NASSONOVA, E. S.; PRIETO, M.; JAVALAL, R. G. U, ERDOGDU, M.; YURKOV, A.; SCHNITTLER, M.; SHCHEPIN, O. N.; NOVOZHILOV, Y. K, SILVA-FILHO, A. G, S.; GENTEKAKI, E.; LIU, CAVENDER, J. C.; KANG, Y.; MOHAMMAD, S.; ZHANG, L. F., XU, R. F.; LI, Y. M.; DAVARATH, M C.; EKANAVALA, A. H.; KANAVAKA, A. H., WEN, T. C.; DENG, C. Y.; PEREIRA, O. L.; NAVAYHE, S.; HAWWKSWORTH, D. L.;

FAN, X. L.; DISSANAVAKE, L. S.; KUHNERT, E.; GROSSART, H. P. THINES, M. 2020. Outline of *Fungi* and fungus-like taxa. *Mycosphere*. 11(1):.1060-1456.

WONG, M. K. M.; GOH, T. K.; YUEN, K. 1998. Role of fungi in freshwater ecosystems. *Biodivers. Conserv.* 7:.1187–1206.

ZHANG, D.; HUI, D.; LUO, Y.; ZHOU, G. 2008. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. *Journal of Plant Ecology*, Vol. 1(2):.85-93.

5 ANEXO

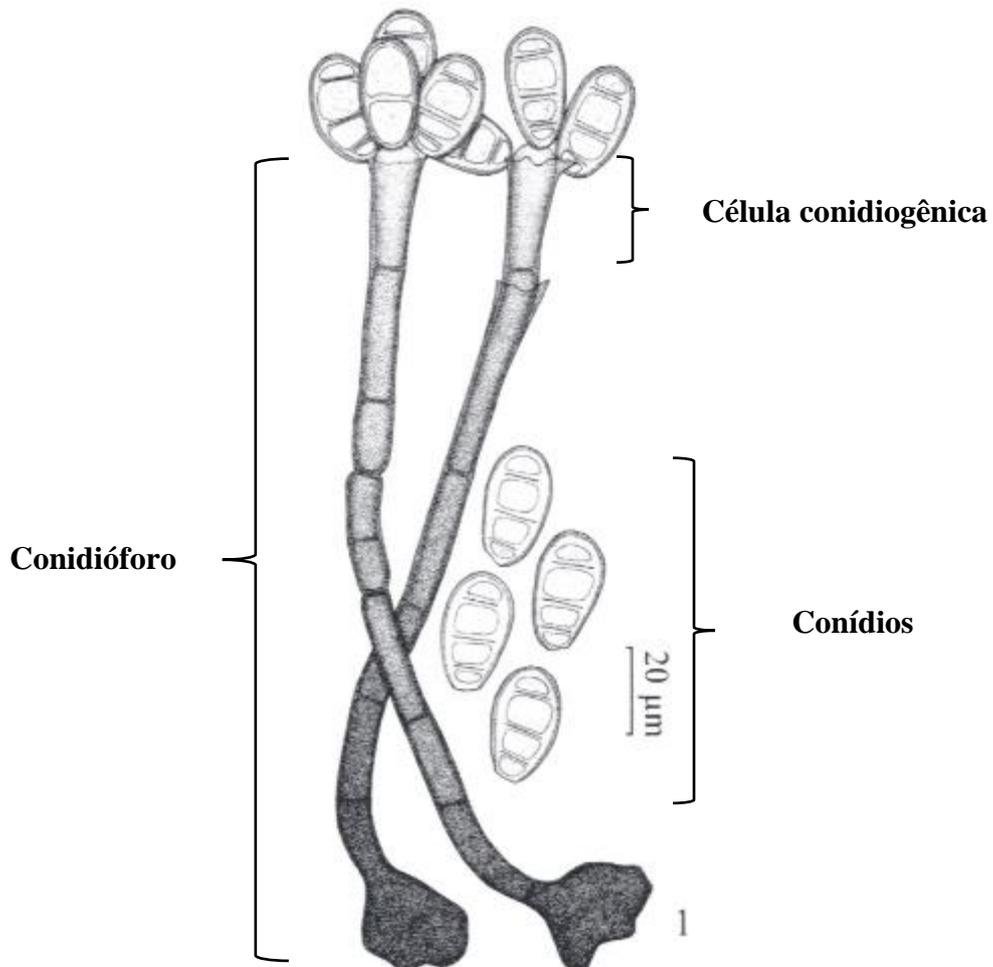


Figura 7. Estrutura reprodutiva assexual do microfungo *Exserticlava triseptata*. Conidióforo, célula conidiogênica e conídio. Fonte: CRUZ (2008).