



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI - MPEG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
BOTÂNICA TROPICAL**

ERLEDIEL GUSMÃO DO NASCIMENTO

**HIFOMICETOS ASSOCIADOS À SERRAPILHEIRA NAS ÁREAS DE VÁRZEAS
DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO ARARI, ILHA DE MARAJÓ, PARÁ, BRASIL**

BELÉM

2025

ERLEDIEL GUSMÃO DO NASCIMENTO

**HIFOMICETOS ASSOCIADOS À SERRAPILHEIRA NAS ÁREAS DE VÁRZEAS
DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO ARARI, ILHA DE MARAJÓ, PARÁ, BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Josiane Santana Monteiro

BELÉM

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N244h Nascimento, Erlediel Gusmão do
Hifomicetos associados à serrapilheira nas áreas de várzeas do município de Cachoeira do Arari,
Ilha de Marajó, Pará, Brasil / Erlediel Gusmão do Nascimento. - 2025.
94 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Ciências Biológicas (CB),
Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2025.
Orientador: Profa. Dra. Josiane Santana Monteiro

1. Hyphomycetes. 2. Sapróbios. 3. Serrapilheira. 4. Deighthoniella. 5. Arachnophora combuensis.
I. Monteiro, Josiane Santana, *orient.* II. Título

CDD 579.5

ERLEDIEL GUSMÃO DO NASCIMENTO

**HIFOMICETOS ASSOCIADOS À SERRAPILHEIRA NAS ÁREAS DE VÁRZEAS
DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO ARARI, ILHA DE MARAJÓ, PARÁ,
BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.
Aprovada em 27 de fevereiro de 2025

BANCA EXAMINADORA



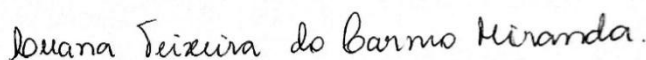
**Dr^a. Josiane Santana Monteiro – Orientadora
Instituto Tecnológico Vale – ITV**

Documento assinado digitalmente

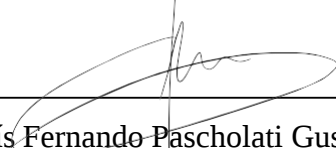


PATRICIA OLIVEIRA FIUZA
Data: 20/03/2025 10:01:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dr^a. Patrícia Oliveira Fiuza – 1º Examinadora
Universidade Federal da Bahia – UFBA**



**Dr^a. Luana Teixeira do Carmo Miranda – 2º Examinadora
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG**



**Dr. Luís Fernando Pascholati Gusmão – 3º Examinador
Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS**

Documento assinado digitalmente



ISADORA FERNANDES DE FRANÇA
Data: 19/03/2025 15:48:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dr^a. Isadora Fernandes de França – Suplente
Universidade Federal do Pará – UFPA**

DEDICATÓRIA

Dedicado à minha mãe, Maria Raimunda Gusmão.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dr^a Josiane Santana Monteiro, minha profunda gratidão. Primeiramente, por me conceder a carta de aceite que possibilitou minha participação no processo seletivo, mas, sobretudo, por me apresentar ao mundo dos fungos, especialmente os conidiais. Agradeço pelas valiosas orientações e ensinamentos, pois cada momento foi uma oportunidade de aprendizado. Sua paciência, dedicação e compromisso com a pesquisa não apenas enriqueceram minha formação acadêmica, mas também me tornaram um profissional mais capacitado. Muito obrigado!

Ao David Ferreira que me incentivou a cursar o mestrado mesmo quando já havia desistido da seleção, agradeço pela parceria nos trabalhos acadêmicos e nas coletas de campos.

À Daniela Sauma, Miriely Ferreira e Samuel Figueiredo pela parceria no laboratório e por me auxiliarem em algumas atividades.

À Dr^a Luana Miranda por compartilhar seus conhecimentos sobre fungos heliscospóricos e auxiliar na identificação desse grupo.

Ao Yan Rafael pela ajuda nas análises ecológicas.

Aos amigos que fiz durante a pós-graduação: Miguel Sena, Paulo Haniel, Ana Laura, Milena Salazar.

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, pela infraestrutura de suas instituições de ensino e pesquisa.

A todos os professores/pesquisadores do PPGBot que contribuíram para minha formação.

Aos meus pais Maria Raimunda e Pascoal Avelar pelo incentivo, pela dedicação e todo esforço que fizeram na minha trajetória acadêmica.

RESUMO

As várzeas da Amazônia são ecossistemas dinâmicos, caracterizados pelo regime de inundações periódicas e variações sazonais marcantes entre os períodos de cheia e seca. Embora diversos estudos sobre fauna e flora tenham sido realizados nesses ambientes, dados sobre a diversidade fúngica ainda são escassos. Entre os fungos presentes, destacam-se os hifomicetos, que representam a fase assexuada dos filos Ascomycota e Basidiomycota e desempenham um papel ecológico fundamental ao colonizar substratos vegetais submersos, contribuindo para o ciclo de nutrientes e o fluxo de energia em ecossistemas aquáticos. Com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre esse grupo, este estudo realizou um inventário de hifomicetos em áreas de várzeas da Ilha de Marajó, Pará, Brasil. Foram realizadas quatro expedições em áreas de várzea do município de Cachoeira do Arari, localizado na costa leste da ilha, entre janeiro e setembro de 2024. As amostras coletadas foram submetidas a técnicas de lavagem em água corrente e mantidas em câmara úmida por até 45 dias. As estruturas reprodutivas dos fungos foram observadas em estereomicroscópio e montadas em lâminas semipermanentes para análise morfológica e identificação. No total, foram identificados 228 táxons, distribuídos em 121 gêneros, 52 famílias, 36 ordens e cinco classes, com 106 táxons identificados em nível específico. A maior parte dos fungos ocorreu em galhos (112), seguido de folhas (84), e 32 ocorreram em ambos os substratos. Os resultados demonstram uma alta diversidade de hifomicetos atuando como decompositores de serrapilheira submersa em várzeas da Ilha de Marajó. As análises ecológicas evidenciaram que o *turnover* de espécies é o principal componente da beta diversidade, indicando a alta substituição de espécies entre substratos, localidades e períodos. Este estudo relata um novo registro de hifomiceto para o estado do Pará (*Chaetopsina fulva*), sete novos registros para Amazônia (*Arthrotaeniolella aquatica*, *Beltraniella havanensis*, *Circinotrichum falcatisporum*, *Eversia parvula*, *Magnopulchromyces scorpiophorus*, *Paliphora bilorata*, e *Zanclospora bonfinensis*), três para América do Sul (*Helicorhoidion pulchrum*, *Spadicoides cubensis* e *Xylocladium clautriavii*) e dois para o continente americano (*Sporidesmiella incrassata* e *Trichocladium aquaticum*). Além disso, uma nova espécie, *Deightoniella* sp. nov. é descrita. Este trabalho amplia significativamente o conhecimento sobre os fungos de ambientes aquáticos amazônicos e ressalta a importância de estudos em várzeas amazônicas para explorar a biodiversidade fúngica da região.

Palavras-chave: Água doce, Amazônia, Hyphomycetes, Sapróbios, Taxonomia

ABSTRACT

Amazonian floodplains (várzeas) are dynamic ecosystems characterized by periodic flooding and marked seasonal variations between flood and ebb periods. Although several studies on the fauna and flora of these environments have been carried out, data on fungal diversity are still scarce. Hyphomycetes stand out among the fungi present in várzeas. They represent the asexual phase of the Ascomycota and Basidiomycota phyla and play a fundamental ecological role, colonizing submerged plant substrates and contributing to nutrient cycle and energy flow in aquatic ecosystems. In order to expand the knowledge about this group, an inventory of hyphomycetes was carried out in várzeas of Marajó Island, Pará, Brazil. Four expeditions were carried out in floodplain areas of the municipality of Cachoeira do Arari, located on the east coast of the island, between January and September 2024. The collected samples were subjected to washing techniques under running water and kept in a moist chamber for up to 45 days. The reproductive structures of the fungi were observed under a stereomicroscope and mounted on semi-permanent slides for morphological analysis and identification. In total, 228 taxa distributed in 121 genera, 52 families, 36 orders and five classes were identified; 106 taxa were identified to the species level. Most fungi occurred in branches (112), followed by leaves (84); 32 occurred in both of these substrates. The results showed a high diversity of hyphomycetes acting as decomposers of submerged litter in várzeas of Marajó Island. Ecological analyses showed that species turnover is the main component of beta diversity, indicating the high replacement of species across substrates, localities and periods. This study presents the record of a new hyphomycete for the state of Pará (*Chaetopsina fulva*), seven new records for the Amazon (*Arthrotaeniolella aquatica*, *Beltraniella havanensis*, *Circinotrichum falcatisporum*, *Eversia parvula*, *Magnopulchromyces scorpiophorus*, *Paliphora bilorata* and *Zanclospora bonfinensis*), three for South America (*Helicorhoidion pulchrum*, *Spadicoides cubensis* and *Xylocladium clautriavii*) and two for the American continent (*Sporidesmiella incrassata* and *Trichocladium aquaticum*). Furthermore, a new species, *Deightoniella* sp. nov. is described. This work significantly expands the knowledge about fungi in Amazonian aquatic environments and highlights the importance of studies in Amazonian várzeas to explore the fungal biodiversity of the region.

Keywords: Freshwater, The Amazon, Hyphomycetes, Saprobies, Taxonomy

Lista de Figuras

CONTEXTUALIZAÇÃO

Figura 1. Mapa das áreas de coleta no município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó, Pará.....	15
--	----

CAPÍTULO 1

Figura 1. <i>Chaetopsina fulva</i> : A. Conidióforo e conídios; <i>Arthrotaeniolella aquática</i> : B. Conídios desarticulando e com sinanamorfo; <i>Beltraniella havanensis</i> : C. Conidióforo, célula conidiogênica e conídios; <i>Circinotrichum falcatisporum</i> : D. Setas, E. Células conidiogênicas, F. Conídios; <i>Eversia parvula</i> : G. Esporodóquio e conídios.....	28
--	----

Figura 2. <i>Paliphora bicolorata</i> : A. Conidióforo e conídios; B. Conidióforo; <i>Zanclospora bonfinensis</i> : C. Conidióforo e conídios, D. Conídios, E. Detalhe das células conidiogênicas.....	29
--	----

Figura 3. Figura 3. <i>Helicorhoidion pulchrum</i> : A. Conídios; <i>Spadicoides cubensis</i> : B. Conídios, C. Conidióforo; <i>Sporidesmiella incrassata</i> : D. Detalhe da célula conidiogênica, F. Conidióforo e conídios; <i>Trichocladium aquaticum</i> : F-G. Conídios; <i>Xylocladium clautriavii</i> : H. Conidióforos, I. Vesículas e células conidiogênicas.....	33
---	----

CAPÍTULO 2

Figura 1. Distribuição taxonômica das espécies coletadas. O gráfico de setores mostra a proporção de espécies por ordens e classes.....	51
---	----

Figura 2. Comparação da riqueza de espécies entre tratamentos. (A) locais de amostragem, (B) períodos de amostragem e (C) substratos.....	52
---	----

Figura 3. Comparação da riqueza estimada e observada das espécies de hifomicetos entre locais de amostragem em Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó.....	53
--	----

Figura 4. Gráficos UpSet demonstrando a distribuição das espécies exclusivas e compartilhadas para as variáveis: (A) localidades, (B) meses e (C) substratos. As barras verticais representam o número de espécies exclusivas ou compartilhadas. Os pontos conectados indicam os grupos comparados.....	54
---	----

Figura 5. Análise de ordenação NMDS. O gráfico NMDS (Stress = 0,11) mostra a separação das comunidades de fungos de acordo com o substrato e o período.....	55
---	----

Figura 6. Network plot mostrando os valores de turnover entre as localidades e ao longo do tempo para as amostras de folhas e galhos. O gráfico de setores mostra a proporção de espécies por classes.....	56
--	----

CAPÍTULO 3

Figura 1. <i>Deightoniella</i> sp. nov. A. Conídios; B. Conidióforos e conídios; C. Detalhe do conidióforo; D. Conídio em formação, preso à célula conidiogênica; E. Detalhe da célula conidiogênica com conídio aderido. Escala: E= 10 µm, A–B, D= 20 µm, C= 50 µm.....	68
--	----

CAPÍTULO 4

Figure 1. Geographical distribution of <i>Arachnophora combuensis</i> and <i>Magnopulchromyces scorpiophorus</i> in Brazil.....	80
---	----

Figure 2. <i>Arachnophora combuensis</i> . A. Conidiophore with conidiogenous cell and conidia. B–F. Conidia. <i>Magnopulchromyces scorpiophorus</i> . G–J. Conidia. K–L. Conidiophores and conidia.....	81
--	----

Lista de Tabelas

CONTEXTUALIZAÇÃO

Tabela 1: Coordenadas geográficas das quatro áreas de coleta em Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó, Pará.....	16
---	----

CAPÍTULO 1

Tabela 2: Hifomicetos associados à serrapilheira de várzeas na costa leste da Ilha de Marajó.....	42
---	----

CAPÍTULO 3

Tabela 3: Species of <i>Arachnophora</i> recorded in Brazil.....	79
--	----

ANEXO

Tabela 1: Hifomicetos registrados em folhas e galhos em decomposição em quatro áreas da Ilha de Marajó. Jan=Janeiro, Apr= abril, Jul=Julho, Set= Setembro; L-= Folhas, B= Galhos, % = Frequência de ocorrência.....	83
---	----

SUMÁRIO

1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
2.	METODOLOGIA.....	15
2.1.	Caracterização da área de estudo	15
2.2.	Coleta, identificação e preservação dos fungos.....	16
2.3	Análise de dados ecológicos.....	17
3.	Referências.....	20
4.	Capítulo 1: Checklist e novos registros de hifomicetos em áreas de várzeas na costa leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil	25
	Resumo.....	25
	Abstract.....	25
	Introdução.....	26
	Metodologia.....	27
	Resultados.....	27
	Discussão.....	34
	Referências	36
5.	Capítulo 2: Diversidade de Hifomicetos em areas de Várzea na costa leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.....	46
	Resumo.....	46
	Abstract.....	46
	Introdução.....	47
	Metodologia.....	48
	Resultados.....	50
	Discussão.....	57
	Referências.....	60
6.	Capítulo 3: Uma nova espécie de <i>Deigthoniella</i> da Amazônia marajoara, Brasil.....	66
	Resumo.....	66
	Abstract.....	66
	Introdução.....	66
	Metodologia.....	67
	Resultados.....	67
	Referências.....	69

7.	Capítulo 4: Novos registros de <i>Arachnophora combuensis</i> e <i>Magnopulchromyces scoriophorus</i> (Ascomycota) em áreas de várzeas da costa leste da Ilha de Marajó.....	71
	Resumo.....	71
	Abstract.....	71
	Introdução.....	72
	Metodologia.....	73
	Resultados.....	73
	Referências.....	76
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
9.	ANEXO 1.....	83

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O bioma Amazônia caracteriza-se por uma ampla heterogeneidade dos seus ambientes, que ocupam a maior parte do território brasileiro (FERREIRA *et al.*, 2005; COHEN *et al.*, 2007). Nos ecossistemas aquáticos, que correspondem a aproximadamente 300.000 km² de áreas inundáveis, essa variedade se reflete na formação de fitofisionomias como várzeas, igapós e manguezais que constituem um complexo sistema de canais, lagos, ilhas e diques marginais, promovendo interações entre ecossistemas aquáticos e terrestres (BELÚCIO *et al.*, 2018).

As várzeas amazônicas são um ecossistema complexo e dinâmico e muito diversos nos aspectos físicos, químicos e biológicos, caracterizam-se por planícies de inundações periódicas influenciadas pelos regimes das marés (ALMEIDA *et al.* 2004; JUNK *et al.*, 2012). Devido a essas características, a produção de serrapilheira torna-se a principal fonte de matéria orgânica e de nutrientes para o solo, sendo esta considerada o principal meio de transferência de energia e de elementos essenciais da vegetação para o solo (WEBSTER & MEYER, 1997; VITAL *et al.*, 2004; SCHINDLER & GESSNER, 2009).

Dentre os microrganismos que participam do processo de decomposição, os hifomicetos formam um grupo expressivo. Eles representam a fase assexuada dos Filos Ascomycota e Basidiomycota, produzindo conídios por mitose nas células conidiogênicas (células especializadas formadoras de esporos), sobre os conidióforos (SEIFERT *et al.*, 2011; BARBOSA *et al.*, 2019). Além disso, este grupo possui uma grande diversidade metabólica, de formas e adaptações, colonizando rapidamente a serrapilheira desde os estágios iniciais da decomposição (SEIFERT *et al.*, 2011; PROMPUTTHA *et al.*, 2017; MONTEIRO *et al.*, 2019).

Embora crescente, os estudos relacionados a fungos em ambientes aquáticos no Brasil ainda apresentam diversas lacunas especialmente na Amazônia, em que os primeiros trabalhos foram introduzidos na última década, trazendo contribuições importantes para a funga amazônica, com descrições de novos registros, gêneros e espécies (MONTEIRO & GUSMÃO, 2013, 2014; FIUZA *et al.* 2015; KRAUSE *et al.*, 2020). Tais resultados evidenciam a necessidade de pesquisas sobre fungos nesses ambientes, visto que a diversidade fúngica nas águas amazônicas ainda é pouco conhecida, especialmente quando comparada a sua extensão e a heterogeneidade de suas fitofisionomias.

A ilha de Marajó é um exemplo dessa realidade, situada entre dois importantes sistemas fluviais: a bacia do rio Amazonas, na costa oeste, e bacia do rio Pará e Tocantins, na costa leste, que produz uma geomorfologia própria e paisagens naturais heterogêneas que mistura elementos estuarinos e deltaicos (JOÃO *et al.*, 2013). Na costa leste da ilha ocorre o recobrimento espraído com formações de campos hidrófilos de várzea – os chamados “Campos do Marajó” (BRASIL, 1999; LIMA *et al.*, 2005; DANTAS & TEIXEIRA, 2013; JOÃO *et al.*, 2013). Por estarem localizados em áreas mais baixas e devido à baixa permeabilidade dos seus terrenos argilosos, a região é mais atingida com as cheias no período chuvoso (BELÚCIO *et al.*, 2018). Entretanto, não consta na literatura nenhum estudo relacionado a fungos em ambientes aquáticos marajoaras que atualmente passam por diversas transformações de paisagem devido as ações antrópicas.

O município de Cachoeira do Arari destaca-se como o município do Marajó com maior índice de desmatamento, com aproximadamente 56% de seu território desmatado. Esse cenário é resultado de diversas atividades, como a pecuária, exploração madeireira, o cultivo de roças de mandioca e abacaxi, e mais recentemente, a prática da rizicultura (IDESP, 2011). Nas áreas de várzeas, a vegetação original composta por diversas espécies de madeiras e palmeiras foi substituída pela monocultura de açaí. Nas plantações de arroz, a utilização do método de controle por meio da captação de volumes de água do leito do rio Arari, através da abertura de canais artificiais até as lavouras de arroz, tem contribuído para o assoreamento do rio e a destruição da mata ciliar (HUFFNER & MEIRELLES, 2016). Outra questão relacionada é o uso de agrotóxicos nas lavouras que contaminam os solos e são transportados pelos fluxos de marés aos demais corpos hídricos do território contaminando peixes, sedimentos e nutrientes em diferentes ecossistemas do território marajoara (NAZARE & AMARAL, 2022).

Dados sobre a magnitude da riqueza de espécies, padrões de diversidade, amplitude de distribuição e possível endemismo de ascomicetos assexuais aquáticos ainda permanecem indisponíveis em grande parte, devido à ausência de estudos micológicos nessas regiões (DUARTE *et al.*, 2016; CORTEZ *et al.*, 2016). Reconhecendo a importância dos ascomicetos assexuais e a necessidade de catalogar informações da funga amazônica em ambientes aquáticos amazônicos, este estudo tem por objetivo realizar um inventário taxonômico de ascomicetos assexuais em áreas de várzeas do município de Cachoeira do Arari, na costa leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Cachoeira do Arari, localizado na costa leste da Ilha de Marajó, pertencente ao estado do Pará. Esse município possui área de 3.100,261 km² e população estimada em 23.981 habitantes (IBGE, 2022). O clima é do tipo *Am* (classificação de Köppen), sendo considerado tropical úmido com precipitação excessiva e temperatura média de 27°C; além de alta pluviosidade nos seis primeiros meses do ano (DE LIMA, 2005).

Em relação à cobertura vegetal predominam Florestas Densas de Terra Firme, Campos alagados e Savanas amazônicas (Campos Cerrados, Campos Altos e Campos Baixos) compostos, predominantemente, por espécies herbáceas e alguns arbustos, pertencentes a três grandes famílias botânicas (Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae). Nas margens dos baixos cursos d'água destaca-se ainda a Floresta Aberta Mista, com formação de várzeas sujeitas às inundações das marés, onde ocorrem também áreas de Manguezal (BRASIL, 1999; ALVES, 2010). A flora da várzea marajoara é distinta e especializada nas manchas mais consolidadas, com composição mista entre árvores, palmeiras e bambuzais, nas áreas mais baixas predominam arbustos, ervas e gramíneas, incluindo espécies de valor econômico (madeireiro) (ALMEIDA *et al.*, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2005; 2009).

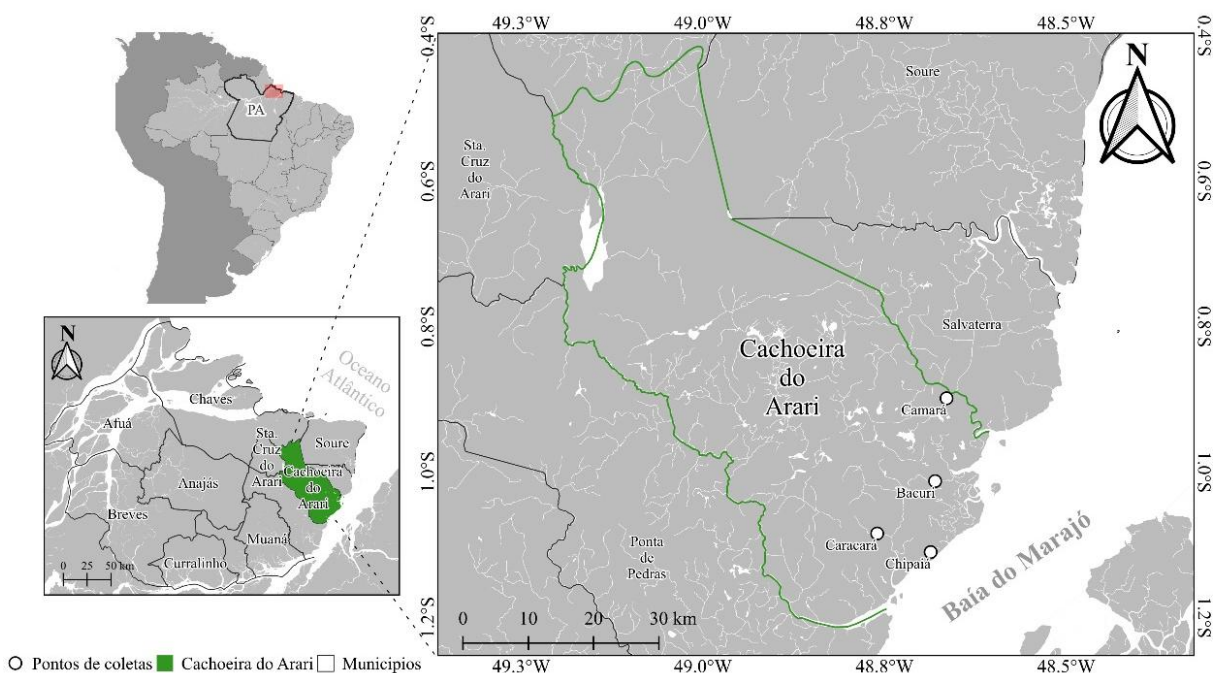


Figura 1 – Mapa das áreas de coleta no município de Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó, Pará.

2.2. Coleta, identificação e preservação dos fungos

Foram realizadas quatro expedições a campo entre janeiro a setembro de 2024, em quatro áreas de várzeas do município de Cachoeira do Arari: Bacuri, Camará, Caracará e Chipaiá (Tabela 1), sendo duas no período chuvoso e duas no período seco. Essas áreas permanecem submersas nos primeiros meses do ano, especialmente no período de fevereiro a maio, em que a intensidade das chuvas é tamanha que dois terços da Ilha de Marajó ficam completamente alagadas (SCHAAN & MARTINS, 2010).

Tabela 1. Coordenadas geográficas das quatro áreas de coleta em Cachoeira de Arari, Ilha do Marajó, Pará.

Área de coleta	Fitofisionomias do entorno	Coordenadas
Vila de Bacuri	Campos, Florestas de terra firme	1°00'44"S 48°40'50"W
Vila de Camará	Campos, Manguezais, Florestas de terra firme	0°53'54"S 48°39'53"W
Vila de Caracará	Campinaranas, Savanas, Florestas de terra firme	1°05'04"S 48°45'36"W
Vila de Chipaiá	Manguezais, Florestas de terra firme	1°06'37"S 48°41'11"W

Fonte: O autor (2025)

Em cada área foram coletadas 20 amostras de folhas e 20 amostras de galhos, totalizando 640 amostras em todo o estudo. As folhas foram coletadas com sinais de decomposição avançada, enquanto os galhos apresentavam a condição “*soft*” (macio) descrita por Santos (2020), que se refere a quebra com muita facilidade destes materiais, indicando assim um longo período no ambiente aquático, possibilitando a colonização de fungos mais específicos desse ambiente. Os substratos coletados foram armazenados em sacos plásticos transparentes e levados para o Laboratório de Micologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) para o processamento das amostras.

No laboratório, todas as amostras tiveram tamanho padronizado para 10 cm de comprimento e 4 cm de largura, em seguida o material passou pela etapa de lavagem em água corrente (adaptada de CASTAÑEDA RUIZ *et al.*, 2016) para retirada de sedimentos e areia que estivessem na superfície do substrato e que poderiam impedir o crescimento do fungo. Os substratos foram colocados em recipientes perfurados e alocados em bandejas plásticas, em um ângulo de aproximadamente 45°, para que a água escorresse livremente por 30 minutos. Após esta etapa os substratos permaneceram em folhas de papel toalha por mais 30 minutos, para que o excesso de água evaporasse. A seguir, as amostras foram armazenadas em câmaras-úmidas montadas com placas de Petri forradas com papel-filtro umedecido e alocadas em uma caixa de poliestireno expandido (capacidade 170 L), cujas paredes e tampas foram revestidas

por papel-toalha, além de uma fina camada de água com 10 ml de glicerina no fundo da caixa para retardar a evaporação da água.

Após 72 horas de incubação, o material foi analisado com auxílio de estereomicroscópio, sendo realizadas observações diárias por até 45 dias. Os microfungos presentes foram retirados do substrato com auxílio de agulha (tipo alfinete entomológico) e colocados em solução de lactoglicerol (ácido láctico + glicerina) para montagem de lâminas semipermanentes, vedadas com esmalte incolor (NEERGAARD *et al.*, 2000). A identificação do material em nível específico ocorreu mediante observação das estruturas reprodutivas de importância taxonômica (conídios, células conidiogênicas e conidióforos) em microscópio óptico e consultas às chaves e descrições disponíveis na literatura especializada (ELLIS, 1971, 1976; MATSUSHIMA, 1975; MERCADO-SIERRA *et al.*, 1997; SEIFERT *et al.*, 2011, entre outros).

Para os novos registros e novas espécies são apresentadas descrições detalhadas das microestruturas observadas, além de notas taxonômicas e distribuição geográfica. As fotomicrografias dos fungos identificados foram obtidas com auxílio do microscópio Leica DM6B com câmera digital acoplada, a partir de lâminas montadas com as estruturas reprodutivas dos fungos. As lâminas semipermanentes e amostras dos substratos secos com as espécies identificadas foram depositadas no Herbário João Murça Pires (MG) do MPEG.

2.3. Análise de dados ecológicos

Foram obtidas 32 amostras, considerando as combinações entre localidades (Bacuri, Camará, Caracará e Chipaiá), períodos e substratos (folhas e galhos), com 20 réplicas por amostra para aumentar a representatividade, totalizando 640 réplicas.

A riqueza de espécies foi determinada pelo número total de espécies registradas, enquanto a frequência de ocorrência (FO) foi calculada pela fórmula: $FO = (n \times 100) / N$, onde n é o número de amostras em que uma espécie foi registrada e N é o número total de amostras. A distribuição taxonômica foi representada em um gráfico de setores, destacando as proporções de espécies pertencentes a diferentes ordens e classes.

A normalidade dos dados quantitativos foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, enquanto a homogeneidade foi testada usando o teste de Levene. Para avaliar diferenças significativas na riqueza de espécies entre tratamentos (localidades, substratos e períodos),

foram utilizados o teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparações entre duas categorias e o teste de Kruskal-Wallis para comparações entre três ou mais categorias, uma vez que os dados não apresentaram os requisitos de normalidade e homogeneidade

Os resultados foram apresentados em *boxplots*. A suficiência da amostragem foi avaliada com o estimador *Jackknife* 1 do pacote *vegan*, adequado para dados com espécies exclusivas (*singletons*), comparando-se a riqueza estimada e a observada. Os conjuntos de espécies presentes nas áreas de estudo, substratos e nos períodos foram organizados segundo um diagrama *UpSet* (LEX *et al.* 2014), utilizando-se o pacote *UpSetR* (CONWAY *et al.* 2017).

A composição das comunidades foi analisada utilizando o índice de Sørensen, calculado com o pacote *vegan*. Para testar os efeitos das variáveis localidade, substrato e período na composição das comunidades foi realizada uma PERMANOVA, com 999 permutações, também utilizando o pacote *vegan* (OKSANEN *et al.* 2020). Para ordenar as relações entre as comunidades, aplicou-se o Método de Escalonamento Não-Métrico Multidimensional (nMDS) (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). O turnover das comunidades entre localidades e períodos (meses) foi calculado com o pacote *betapart* (BASELGA, 2012), utilizando o índice de Sørensen para estimar as componentes de substituição (*turnover*) e aninhamento. Todas as análises foram realizadas no software R (versão 4.4.2, RStudio) (R Core Team, 2024) adotando um nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Organização da dissertação

A organização da dissertação apresentada seguiu as normas da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA (<https://posbot.ufra.edu.br/>).

O capítulo 1 “*Checklist* e novos registros de hifomicetos aquáticos em áreas de várzeas na costa leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil”, apresenta uma lista de espécies de fungos associados à serrapilheira submersa em áreas de várzeas da Ilha de Marajó, descrevendo três novos registros para América do Sul e dois para o Continente Americano.

O capítulo 2 intitulado “Diversidade de hifomicetos em áreas de Várzea da Ilha de Marajó, Pará, Brasil”, avalia padrões de diversidade alfa e a variação na composição da comunidade (diversidade beta) de hifomicetos ao longo do tempo em áreas de várzea da Ilha de Marajó, em quatro localidades do município de Cachoeira do Arari.

O capítulo 3 intitulado “Uma nova espécie de *Deighthoniella* da Amazônia marajoara, Brasil” relata a descrição de uma provável nova espécie para o gênero *Deighthoniella*, sendo o segundo registro do gênero no Brasil e o primeiro na Amazônia.

O capítulo 4 intitulado “Novos registros de *Arachnophora combuensis* e *Magnopulchromyces scorpiophorus* (Ascomycota) em áreas de várzeas da costa leste da Ilha de Marajó” relata a ocorrência de dois microfungos encontrados em áreas de várzeas da Ilha de Marajó, sendo a segunda ocorrência dessas espécies após a descrição do tipo e o primeiro relato de *Magnopulchromyces scorpiophorus* na Amazônia.

3. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. **Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico.** *Acta Amazonica*, v. 34, n. 4, p. 513-524, 2004.
- BARBOSA, F. R.; FIUZA, P. O.; BARBOSA, G. C. K.; COSTA, L. A.; BARRETO, G. G.; GUSMÃO, L. F. P.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F. ***Beltraniomyces panthericolor* and *B. pulcher* spp. nov. from Brazil.** *Mycotaxon*, v. 134, n. 3, p. 555-560, 2019.
- BASELGA, A.; ORME, C. D. L. **Betapart: an R package for the study of beta diversity.** *Methods in Ecology and Evolution*, v. 3, n. 5, p. 808-812, 2012.
- BRASIL, M. C. **Marajó: em busca da sobrevivência.** Textos IESAM, Belém, Pará, p. 80. (n.7) 1999.
- BELÚCIO, L. F.; SOUZA, R. A. L.; FERREIRA, C. P.; SILVA, S. B. Várzeas amazônicas: heterogêneas, complexas e dinâmicas. *In: SOUZA, R. A. L. ed. Ecosistemas Aquáticos: Tópicos Especiais.* Edufra, Belém, 2018. p. 19-81.
- CASTAÑEDA-RUIZ, R. F.; HEREDIA, G.; GUSMÃO, L. F. P.; LI, D. W. Fungal diversity of Central and South America. *In: Li, D. W. (Ed.) Biology of Microfungi. Springer International Publishing, Switzerland*, 2016. p. 197-217.
- COHEN, J. C. P.; BELTRÃO, J. D. C.; GANDU, A. W.; SILVA, R. R. D. **Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia.** *Ciência e Cultura*, v. 59, n. 3, 2007. p. 36-39.
- CORTEZ, A. C. A. **Influência da sazonalidade e do modo de coleta na diversidade de fungos decompositores de madeira submersa de ambientes aquáticos da região amazônica.** 89 f. Tese de Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - BIONORTE - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2016.
- CONWAY, J. R.; LEX, A.; GEHLENBORG, N. **UpSetR: an R package for the visualization of intersecting sets and their properties.** *Bioinformatics*, v. 33, n. 18, 2017. p. 2938–2940.

DANTAS, M. E.; TEIXEIRA, S. G. **Origem das paisagens. Geodiversidade do Estado do Pará.** Belém: CPRM, 2013. p. 30-31.

DE LIMA, A. M. M.; DE OLIVEIRA, L. L.; FONTINHAS, R. L.; DA SILVA LIMA, R. J. **Ilha do Marajó: revisão histórica, hidroclimatologia, bacias hidrográficas e propostas de gestão.** Holos Environment, v. 5, n. 1, 2005.p. 65-80.

DUARTE, S.; BÄRLOCHER, F.; PASCOAL, C.; CASSIO, F. C. **Biogeography of aquatic hyphomycetes: Current knowledge and future perspectives.** Fungal Ecology, v. 19, 2016. p. 169-181.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes.** Kew: Commonwealth Mycological Institute, 608 p. 1971.

ELLIS, M. B. **More dematiaceous Hyphomycetes.** Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 507 p., 1976.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O. Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos avançados*, v. 19, 2005 p. 157-166.

FIUZA, P. O.; OTTONI-BOLDRINI, B. M. P.; MONTEIRO, J. S.; CATENA, N. R.; HAMADA, N.; GUSMÃO, L. F. P. **First records of Ingoldian fungi from the Brazilian Amazon.** Brazilian Journal of Botany, v. 38, n. 3, 2015. p. 615-621.

HUFFNER, J. G. P.; MEIRELLES, R. S. **Os reflexos socioeconômicos e ambientais do avanço da rizicultura no município de Cachoeira do Arari-Pa.** Geografares, n. 21, 2016. p. 113-127.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **CENSO BRASILEIRO DE 2022: População e Domicílios - Primeiros Resultados - PARÁ: IBGE, 2022**

IDESP - Instituto de Desenvolvimento Econômico Social e Ambiental do Pará: **Perfil da gestão ambiental dos municípios paraenses: programa municípios verdes**. Belém: IDESP, 2011. 45 p.

JUNK, W. J., PIEDADE, M. T. F., SCHÖNGART, J., & WITTMANN, F. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains. *Wetlands Ecology and Management*, 2012.

JOÃO, X. D. S. J.; TEIXEIRA, S. G.; FONSECA, D. D. F. **Geodiversidade do estado do Pará**. 2013.

KRAUSE, L. M.; FIUZA, P. O.; BARBOSA, F. R. *Xylomyces (Aliquandostipitaceae, Jahnulales) freshwater hyphomycetes from the Brazilian Amazon*. *Nova Hedwigia*, v. 111, 2020, p. 187-197.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 3. ed. [S.l.]: Elsevier, 2012.

LEX, A.; GEHLENBORG, N.; STROBELT, H.; VUILLEMOT, R.; PFISTER, H. **UpSet: Visualization of Intersecting Sets**. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, v. 20, n. 12, p. 1983–1992, 2014.

LIMA, A. M. M.; OLIVEIRA, L. L.; FONTINHAS, R. L.; LIMA, R. J. **Ilha Do Marajó: Revisão Histórica, Hidroclimatologia, Bacias Hidrográficas e Propostas de Gestão**. *Holos Environment*, v. 5, n. 1, p. 65-80, 2005.

MATSUSHIMA, T. **Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum**. Published by the author, Kobe, 1975.

MERCADO, A.; HOLUBOVÁ-JECHOVÁ, V.; MENA PORTALES, J. **Hifomicetes dematiáceos de Cuba: enteroblásticos**. *Museo Regionale di Scienze Naturali*. Torino, 1997.

MONTEIRO, J. S.; GUSMÃO, L. F. P. **An emendation of *Fusticeps* and two new species from the Brazilian Amazon Forest**. *Mycotaxon*, v. 123, 2013. p. 431-437.

MONTEIRO, J. S.; GUSMÃO, L. F. P. **Two new species of *Ceratosporella* (anamorphic fungi) from Brazilian Amazon Forest.** Nova Hedwigia, v. 98, n. 3-4, 2014. p. 481-490.

MONTEIRO, J.S.; SARMENTO, P.S.; SOTÃO, H.M.P. **Saprobic conidial fungi associated with palm leaf litter in eastern Amazon, Brazil.** An. Acad. Bras. Cienc., v. 91, artigo e20180545, 2019.

NAZARÉ, M.L.; AMARAL, A.J.P. **Resistência quilombola em Cachoeira do Arari diante dos impactos socioambientais do agronegócio nos campos marajoaras.** Terceira Margem Amazônia, v. 18, 2022. p. 111-123,

NEERGAARD, E; LYSHEDE, O. B.; GAHOONIA, T. S.; CARE, D., HOOKER, J. E. Anatomy and histology of roots and root-soil boundary. *In*: SMIT, A. L.; BENGOUGH, A. G.; ENGELS, C.; NOORDWIJK, M.; PELLERIN, S.; GEIJN, S. C. (Eds.). **Root Methods: A Handbook.** Berlin, Springer-Verlag. 2000. p. 33-73.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; et al. **Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7.** 2020. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

PROMPUTTHA, I.; MCKENZIE, E. H.; TENNAKOON, D. S.; LUMYONG, S.; HYDE, K. **D. Succession and natural occurrence of saprobic fungi on leaves of *Magnolia liliifera* in a tropical forest.** Cryptogamie Mycol, v. 38, n. 2, p. 213-225.

SCHAAN, D.P.; MARTINS, C.P. Muito além dos campos. **Arqueologia e história na Amazônia Marajoara.** Belém: GKNoronha, 2010.

SCHINDLER, M. H.; GESSNER, M. O. **Functional leaf traits and biodiversity effects on litter decomposition in a stream.** Ecology, v. 90, n. 6, 2009. p. 1641-1649.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The genera of hyphomycetes.** CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Netherlands n° 9, 2011.p. 1-997.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. **Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária.** Revista Árvore, v. 28, 2004. p. 793-800.

WEBSTER, J. R.; MEYER, J. L. Organic matter budgets for streams: a synthesis. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 1, 1997. p. 141-161.

4. Capítulo 1

Checklist e novos registros de hifomicetos em áreas de várzeas na costa leste da Ilha de Marajó, Pará, Brasil

Resumo: Os hifomicetos correspondem a um grupo artificial de fungos relacionados aos filos Ascomycota e Basidiomycota. Na Amazônia brasileira, pesquisas recentes têm levado à descrição de novos gêneros e espécies em ambientes aquáticos, no entanto, a diversidade fúngica da Amazônia permanece subexplorada. Com objetivo de ampliar as informações da funga amazônica este estudo apresenta os primeiros registros de hifomicetos em ambientes aquáticos marajoaras. Expedições realizadas em várzeas de Cachoeira do Arari na Ilha de Marajó, resultaram na identificação de 106 espécies de hifomicetos associados à serrapilheira submersa, distribuídas em 90 gêneros, 38 famílias, 28 ordens e cinco classes. São apresentadas duas novas ocorrências para o continente americano (*Sporidesmiella incrassata* e *Trichocladium aquaticum*) e três para América do Sul (*Helicorhoidion pulchrum*, *Spadicoides cubensis*, *Xylocladium clautriavii*). As espécies: *Arthrotaeniolella aquatica*, *Beltraniella havanensis*, *Circinotrichum falcatisporum*, *Eversia parvula*, *Paliphora bicolorata*, e *Zanclospora bonfinensis* representam novos registros para Amazônia e *Chaetopsina fulva* representa um novo registro para o estado do Pará.

Palavras-chave: Ascomycota, Amazônia, Ambiente aquáticos, Taxonomia

Abstract: Hyphomycetes are an artificial group of fungi related to the phyla Ascomycota and Basidiomycota. In the Brazilian Amazon, recent research has led to the description of new genera and species in aquatic environments. However, the fungal diversity of the Amazon remains underexplored. With the aim of expanding information on Amazonian fungi, this study presents the first records of hyphomycetes in Marajoara aquatic environments. Expeditions carried out in the floodplains of Cachoeira do Arari on the island of Marajó resulted in the identification of 106 species of hyphomycetes associated with submerged litter, distributed in 90 genera, 38 families, 28 orders and five classes. Two new occurrences are presented for the American continent (*Sporidesmiella incrassata* and *Trichocladium aquaticum*) and three for South America (*Helicorhoidion pulchrum*, *Spadicoides cubensis*, *Xylocladium clautriavii*). The species: *Arthrotaeniolella aquatica*, *Beltraniella havanensis*, *Circinotrichum falcatisporum*, *Eversia parvula*, *Paliphora bicolorata*, and *Zanclospora bonfinensis* represent new records for Amazonia and *Chaetopsina fulva* represents a new record for the state of Pará.

Keywords: Ascomycota, Amazon, Aquatic environment, Taxonomy

Introdução

Os Hifomicetos formam um grupo artificial de fungos que representam a fase anamórfica do Filo Ascomycota, caracterizando-se pela produção de conídios de origem mitótica nas células conidiogênicas e que completam todo ou pelo menos parte de seu ciclo de vida na água e estão subdivididos em três grupos ecológicos: aeroaquático, aquáticos-facultativos e ingoldianos. (SEIFERT *et al.*, 2011; TSUI *et al.* 2016; BARBOSA *et al.* 2019). Além disso, esse grupo apresenta grande diversidade metabólica, formas e adaptações que permitem rápida colonização da serrapilheira nos estágios iniciais da decomposição (SEIFERT *et al.*, 2011; PROMPUTTHA *et al.*, 2017; MONTEIRO *et al.*, 2019).

Os ecossistemas de água doce possuem alta diversidade de fungos especialmente em florestas tropicais, que têm se mostrado como potenciais habitats para hifomicetos que ainda não foram descritos na literatura (CASTAÑEDA *et al.* 2006; SHEARER *et al.* 2007). Esses fungos são importantes decompositores de matéria orgânica vegetal em ambientes aquáticos, pois liberam compostos simples no sedimento, como minerais, compostos nitrogenados, ácidos nucleicos, ácidos graxos e açúcares (CASTAÑEDA-RUIZ *et al.*, 2016; PURAHONG *et al.*, 2016).

Pesquisas pioneiras sobre hifomicetos aquáticos no Brasil começaram na região Sudeste em 1989 com Schoenlein-Crusius & Milanez. Atualmente, os estudos se concentram no semiárido e na Mata Atlântica (BARBOSA *et al.*, 2008; CRUZ & GUSMÃO, 2009; COSTA & GUSMÃO, 2017; FIUZA *et al.*, 2017). Na Amazônia, colaborações importantes realizadas na última década resultaram na descrição de novos registros gêneros e espécies (MONTEIRO & GUSMÃO, 2013, 2014; FIUZA *et al.*, 2015; KRAUSE *et al.*, 2020). Apesar disso, a diversidade fúngica amazônica ainda é pouco conhecida, devido à carência de especialistas, vasta extensão territorial e heterogeneidade de ambientes aquáticos amazônicos, muitos deles em áreas de difícil acesso (DUARTE *et al.*, 2016; CORTEZ *et al.*, 2016).

Nas últimas décadas, ameaças antropogênicas como desmatamento e secas causadas pelo aquecimento global tem provocado alterações nos ecossistemas lênticos e lóticos amazônicos, especialmente nas florestas de várzea, provocando a perda de habitat e da biodiversidade local (LOBON-CERVIÁ *et al.*, 2015; SONTER *et al.*, 2017). Considerando a importância desse grupo e a carência de informações, este trabalho apresenta as primeiras informações de hifomicetos em ambientes aquáticos da Ilha de Marajó e visa contribuir com a ampliação de dados para a Funga amazônica.

Metodologia

Foram realizadas cinco expedições em áreas de várzea entre julho de 2023 e setembro de 2024, no município de Cachoeira do Arari, Ilha do Marajó, Pará. Em cada área, 20 folhas e 20 galhos em decomposição foram coletados e processados seguindo a técnica de lavagem em água corrente (modificada de CASTAÑEDA-RUIZ *et al.* 2016). Após a lavagem, os substratos foram secados em papel toalhas e colocados em câmaras úmidas montadas com placas de Petri forradas com papel filtro umedecido e armazenados em caixas de poliestireno expandido com 500 ml de água e 10 ml de glicerina, em temperatura ambiente. Após 72 horas, os substratos foram observados periodicamente em estereomicroscópio por até 45 dias. As estruturas fúngicas visualizadas foram montadas em lâminas semipermanentes com lactoglicerol (ácido láctico + glicerina) (NEERGAARD *et al.*, 2000). Para identificação, as estruturas reprodutivas dos fungos foram observadas e medidas em microscópio óptico (Leica DM6B). Para essa etapa foram utilizadas chaves e descrições disponíveis na literatura especializada (ELLIS, 1971, 1976; MATSUSHIMA, 1975; MERCADO-SIERRA *et al.*, 1997; SEIFERT *et al.*, 2011). Lâminas semipermanentes e as amostras dos substratos secos com as espécies identificadas foram depositadas no Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

Para a organização do *checklist* consultas nas bases de dados do GBIF, *Specielink* e publicações sobre fungos em ambientes aquáticos brasileiros foram verificadas. A nomenclatura das espécies listadas foi verificada e confirmada segundo a classificação apresentada na base de dados do Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>), e Hyde *et al.* (2024). Táxons registrados apenas em gênero não foram incluídos nesta listagem. Espécies sem uma posição filogenética definida permaneceram como *Ascomycota incertae sedis*.

Resultados

Foram identificadas 106 espécies de hifomicetos associados à decomposição da serrapilheira submersa em áreas de várzeas do município de Cachoeira do Arari, que estão distribuídas em 91 gêneros, 39 famílias, 28 ordens e cinco classes (Agaricomycetes, Dothideomycetes, Eurotiomycetes, Leotiomycetes e Sordariomycetes), enquanto 25 espécies são tratadas como *Ascomycota incertae sedis* (Tabela 1). As ordens mais representativas foram Chaetosphaeriales (16), Pleosporales (11) e Xylariales (8). Entre as famílias destacam-se: Chaetosphaeriaceae (15), Pleurotheciaceae (5) e Beltraniaceae (5).

A espécie *Chaetopsina fulva* (Fig. 1A) Rambelli representa um novo registro para o estado do Pará, enquanto as espécies *Arthrotaeniolella aquatica* L.B. Conç., M.F.O. Marques (Fig. 1B), J.S. Monteiro, Gusmão & R.F. Castañeda, *Beltraniella havanensis* (Hol.-Jech.) Matsush. (Fig. 1C), *Circinotrichum falcatisporum* Piroz. (Fig. 1D-F), *Eversia parvula* Hol.-Jech. (Fig. 1G), *Paliphora bicolorata* Malosso, P.M.O. Costa & R.F. Castañeda (Fig. 2A-B) e *Zanclospora bonfinensis* D.A.C. Almeida, Gusmão & M.F.O. Marques (Fig. 2C-E) representam novos registros para a Amazônia. Além disso, duas novas ocorrências para o continente americano (*Sporidesmiella incrassata* Kuthub. & Nawawi, *Trichocladium aquaticum* N.S. Pawar & B.D. Bors) e três novas ocorrências para América do Sul [*Helicorhoidion pulchrum* (Berk.) S. Hughes, *Spadicoides cubensis* Hol.-Jech. e *Xylocladium clautriavii* (Pat.) P. Syd.] são descritas, ilustradas e comentadas.



Figura 1. *Chaetopsina fulva*: A. Conidióforo e conídios; *Arthrotaeniolella aquatica*: B. Conídios desarticulando e com sinamorfo; *Beltraniella havanensis*: C. Conidióforo, célula conidiogênica e conídios; *Circinotrichum falcatisporum*: D. Setas, E. Células conidiogênicas, F. Conídios; *Eversia parvula*: G. Esporodóquio e conídios. Escalas: E= 10 µm, A–C, F–G= 20 µm, D= 50 µm.

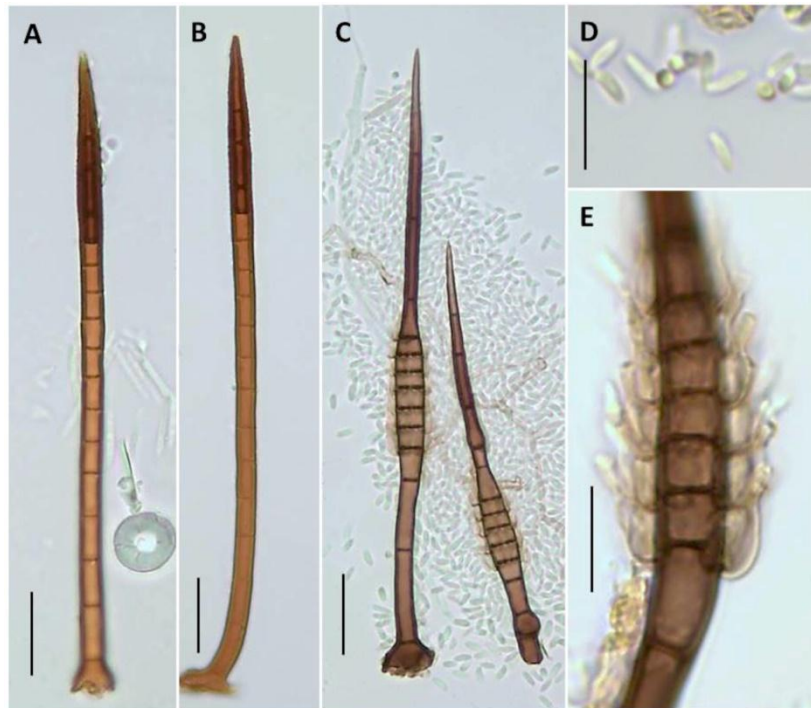


Figura 2. *Paliphora bicolorata*: A. Conidióforo e conídios; B. Conidióforo; *Zanclospora bonfinensis*: C. Conidióforo e conídios, D. Conídios, E. Detalhe das células conidiogênicas. Escalas: D–E= 10 μ m, A–C= 20 μ m.

Tratamento taxonômico

***Helicorhoidion pulchrum* (Berk.) S. Hughes, *Can. J. Bot.* 36: 773 (1958).** Figura 3A
 $\equiv$ *Mystrosporium pulchrum* Berk., *London J. Bot.* 4: 70 (1845).

Conidióforos macronematosos, mononematosos, solitários, simples, eretos, retos ou levemente flexuosos, septados, cilíndricos, lisos, castanho-claros, $25\text{--}37,5 \times 2,5\text{--}5 \mu\text{m}$. Células conidiogênicas poliblasticas, integradas, terminais ou intercalares, indeterminadas, cilíndricas, lisas, castanhos, $10\text{--}35 \times 3\text{--}5 \mu\text{m}$, com denticulos curtos, não espessados. Conídios acrógenos, solitários, secos, helicoidais, muito firmemente enrolados, 3–4 vezes, euseptados, frequentemente constrictos nos septos, lisos e hialinos quando em formação, tornando-se castanho médios com a maturidade, $37,5\text{--}50(\text{--}60) \times 20\text{--}25(\text{--}30) \mu\text{m}$.

Material examinado: BRASIL. Pará: Ilha de Marajó, Cachoeira do Arari, Vila de Caracará, $1^{\circ}05'04''\text{S}$ – $48^{\circ}45'36''\text{W}$, sobre galhos em decomposição submerso, 14 set 2024, coletor Nascimento, E.G & Silva, D.F (MG).

Distribuição geográfica: Austrália, Cuba (SUTTON, 1985), Brasil (este estudo).

Comentários: *Helicorhoidion* S. Hughes foi proposto por Hughes em 1958 para incluir a espécie-tipo *H. botryoideum* (Cooke) Hughes e *H. pulchrum* (Berk. & Corda) Hughes. Atualmente o gênero possui sete espécies (Index Fungorum, 2025) das quais somente *H. botryoideum* possui ocorrência no Brasil (CRIA, 2025). *Helicorhoidion pulchrum* é semelhante a *H. botryoideum*, mas apresenta conídios maiores ($40\text{--}60 \times 23\text{--}38 \mu\text{m}$ vs. $25\text{--}40 \times 15\text{--}22 \mu\text{m}$, respectivamente) (ELLIS, 1971; SUTTON, 1985). O material marajoara concordou com as características observadas no espécime descrito por Sutton (1985) e Ellis (1971). Este também é o primeiro registro da espécie para o Brasil e em material submerso.

***Spadicoides cubensis* Hol.-Jech., Česká Mykol. 37(1): 17 (1983).** Figura 3B-C

Conidióforos macronematosos, mononematosos, solitários, simples, eretos, retos ou levemente curvados, septados, cilíndricos, paredes espessas, lisos, castanho-escuros tornando-se mais claros em direção ao ápice, $55\text{--}80 \times 2\text{--}2,5 \mu\text{m}$. Células conidiogênicas politréticas, integradas, terminais e intercalares, determinadas, cilíndricas, lisas, castanhas, $12,5\text{--}20 \times 2\text{--}2,5 \mu\text{m}$. Conídios acropleurógenos, solitários, secos, obovoides a elipsoidais, 1-euseptados, com presença de faixa castanho-escura a preta no septo, lisos, castanho-escura na célula apical e castanho-clara na célula basal, $5\text{--}10 \times 2,5\text{--}5 \mu\text{m}$, truncados na base.

Material examinado: BRASIL. Pará: Ilha do Marajó, Cachoeira do Arari, Vila de Bacuri, $1^{\circ}00'44''\text{S } 48^{\circ}40'50''\text{W}$, sobre galhos em decomposição submerso, 26 jun 2024, coletor Nascimento, E.G & Silva, D.F (MG).

Distribuição geográfica: Cuba (HOLUBOVÁ-JECHOVÁ 1983), Índia, (PATIL, 2018) Brasil (este estudo).

Comentários: *Spadicoides* S. Hughes foi proposto por Hughes (1958) com *S. bina* como espécie-tipo. Esse gênero é estreitamente relacionado a *Diplococcium* Grove devido à similaridade na ontogênese de seus conídios. Ambos possuem células conidiogênicas politréticas, com múltiplos poros visíveis na parte superior do conidióforo e, ocasionalmente, em seus ramos (ELLIS, 1963). No entanto, *Spadicoides* forma conídios solitários e conidióforos geralmente simples, enquanto *Diplococcium* apresenta conídios em cadeias curtas ou longas e conidióforos geralmente ramificados (HOLUBOVÁ-JECHOVÁ, 1982). Atualmente *Spadicoides* possui 37 espécies válidas, (GOH & HYDE, 1996; INDEX FUNGORUM, 2025). O material marajoara concordou com as características observadas no espécime descrito por Holubová-Jechová (1983).

***Sporidesmiella incrassata* Kuthub. & Nawawi, *Mycol. Res.* 97 (11): 1309 (1993). Figura 3D-E**

Conidióforos macronematosos, mononematosos, solitários, simples, eretos, retos ou levemente flexuosos, septados, cilíndricos, parede espessa, lisos, castanho-avermelhados a castanho-escuros, mais claros em direção ao ápice, $150\text{--}250 \times 5\text{--}7,5 \mu\text{m}$. Células conidiogênicas monoblásticas, integradas, terminais, cilíndricas, com extensão percorrente, lisas, castanhas. Conídios acrógenos, solitários, secos, obovoides a amplamente ovóides, arredondados no ápice, parede espessa, 3-distoseptados (raramente 2-distoseptados), lisos, castanho claros, sub-hialinos na base, $17,5\text{--}25 \times 10\text{--}12,5 \mu\text{m}$, truncados na base.

Material examinado: BRASIL. Pará: Ilha do Marajó, Cachoeira do Arari, Vila de Bacuri $1^{\circ}00'44''\text{S}$ – $48^{\circ}40'50''\text{W}$, sobre galhos em decomposição submerso, 1 jul 2023 coletor Nascimento, E.G & Silva, D.F (MG). Vila de Chipaiá $1^{\circ}06'37''\text{S}$ $48^{\circ}41'11''\text{W}$, 26 jun 2024, coletor Nascimento, E.G & Silva, D.F (MG).

Distribuição geográfica: Malásia (KUTHUBUTHEEN & NAWAWI, 1993), Brasil (este estudo).

Comentários: *Sporidesmiella* foi proposto por P.M. Kirk em 1982, com *S. claviformis* P.M. Kirk como espécie-tipo. Atualmente *Sporidesmiella* possui 47 espécies válidas, sete foram sinonimizadas com outras espécies do gênero e duas foram transferidas para *Ellisembia* Subram. [*S. pseudoseptata* (M.B. Ellis) Subram.] e *Lomaantha* Subram. (*S. angustobasilaris* Hol.-Jech.) (GOH & HYDE, 1996; ZHOU *et al.*, 2001; DELGADO *et al.* 2024; INDEX FUNGORUM, 2025). O material marajoara apresentou conídios menores em relação ao material da Malásia ($17,5\text{--}25 \times 10\text{--}12,5 \mu\text{m}$ vs. $30\text{--}45 \times 13\text{--}20 \mu\text{m}$), mas concorda com as demais descrições, especialmente quanto ao número de distoseptos (2–3) e ausência de pigmento na célula basal, separando-a das demais espécies do gênero (KUTHUBUTHEEN & NAWAWI, 1993). Este é o segundo registro da espécie 30 anos após a descrição do material-tipo na Malásia, também em material lenhoso (ramos em decomposição) de ambiente aquático.

***Trichocladium aquaticum* N.S. Pawar & B.D. Borse, Pawar & Borse, *Int. J. Life Sci.* 7(2): 330 (2019). Figura 3F-G**

Conidióforos micronematosos, mononematosos, dispersos, simples, lisos, castanho-claros. Células conidiogênicas monoblásticas, integradas, intercalares, determinadas, cilíndricas, lisas, castanho-claras. Conídios solitários, secos, levemente curvos ou retos, clavados a piriformes, 2–3 septados, não constrictos nos septos, paredes espessas, sem poros

germinativos, arredondados no ápice, lisos, célula apical maior, subglobosa, castanho-escuro, distintamente mais escura que o restante das células, célula mediana obcônica, sub-hialina, $17,5\text{--}30 \times 12,5\text{--}20\text{--}(25) \mu\text{m}$; célula basal cilíndrica, truncada, hialina.

Material examinado: BRASIL. Pará: Ilha do Marajó, Cachoeira do Arari, Vila de Bacuri $1^{\circ}00'44''\text{S}$ – $48^{\circ}40'50''\text{W}$, sobre galhos em decomposição submerso, 26 jun 2024, coletor Nascimento, E.G & Silva, D.F (MG).

Distribuição geográfica: Índia (PATIL *et al.*, 2019), Brasil (este estudo).

Comentários: *Trichocladium* Harz (HARZ, 1871) é frequentemente relatado em substratos lenhosos em decomposição submersos, com *T. asperum* Harz como lectótipo. Atualmente esse gênero possui 31 espécies aceitas, sendo revisado por Goh & Hyde (1999) e posicionado filogeneticamente em Chaetomiaceae (Sordariales) por Wang *et al.* (2018), que apresentou 12 novas combinações e descreveu uma nova espécie. *Trichocladium aquaticum* é semelhante a *Trichocladium englandense* K.D. Hyde & Goh, mas difere por possuir conídios mais curtos e largos ($17,5\text{--}30 \times 10\text{--}17 \mu\text{m}$ vs. $20\text{--}32 \times 9\text{--}15 \mu\text{m}$) e mais septos [2–3 vs. (1–)2]. O material marajoara apresentou conídios mais largos, concordando com as demais características descritas para o material-tipo (PATIL *et al.*, 2019). Esse é o segundo registro mundial de *T. aquaticum* após a descrição do tipo.

***Xylocladium clautriavii* (Pat.) P. Syd., Syll. fungo. (Abellini) 16 : 1090 (1902).** Figura 3H-I Conidióforos macronematosos, mononematosos, solitários, ramificados, eretos, retos ou levemente flexuosos, septados, cilíndricos, lisos, castanho-claros, $200\text{--}450 \times 7,5\text{--}10 \mu\text{m}$. Células conidiogênicas poliblasticas, integradas, terminais, cilíndricas, lisas, castanho-claras, $7,3\text{--}8,9 \times 3\text{--}3,5 \mu\text{m}$. Conídios solitários, secos, ovóides, lisos, sub-hialinos, $4,5\text{--}5,5 \times 1,5\text{--}2 \mu\text{m}$.

Material examinado: BRASIL. Pará: Ilha do Marajó, Cachoeira do Arari, Vila de Bacuri $1^{\circ}00'44''\text{S}$ – $48^{\circ}40'50''\text{W}$, sobre galhos em decomposição submerso, 26 jun 2024, coletor Nascimento, E.G & Silva, D.F (MG).

Distribuição geográfica: China (LI *et al.*, 2017), Indonésia, Trinidad e Tobago (GBIF, 2025), Brasil (este estudo).

Comentários: *Xylocladium* P. Syd. ex Lindau, tipificado por *X. clautriavii* (Pat.) P. Syd. ex Lindau, tem sido relacionado como anamorfo de espécies de *Camillea* Fr. (Graphostromataceae, Xylariales) (WENDT *et al.*, 2018; SIR & NAKAMURAKARE, 2024).

Apenas duas espécies estão descritas em *Xylocladium*: *X. clautravii* e *X. claviforme* (J.L. Crane & Dumont) Arx. Essas espécies são diferenciadas pela presença conidióforos com vesículas apicais cilíndricas em *X. clautravii* e clavadas em *X. claviforme*. Recentemente, Sir & Nakamurakare (2024) descreveram nove anamorfos do tipo *Xylocladium* para espécies de *Camillea* na Argentina, cujas vesículas apresentaram formas globosas, subglobosas, levemente obovóides a cilíndricas ou clavadas. As duas espécies oficiais de *Xylocladium* necessitam de estudos morfológicos e moleculares para esclarecer sua ligação com *Camillea*. O material marajoara apresentou células conidiogênicas menores e conidióforos mais largos do que o espécime chinês descrito por Li *et al.* (2017) ($9\text{--}16 \times 2,5\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$ e $7\text{--}8\text{ }\mu\text{m}$ de largura, respectivamente), sendo este o primeiro registro de *X. clautravii* para América do Sul, em ambiente aquático.

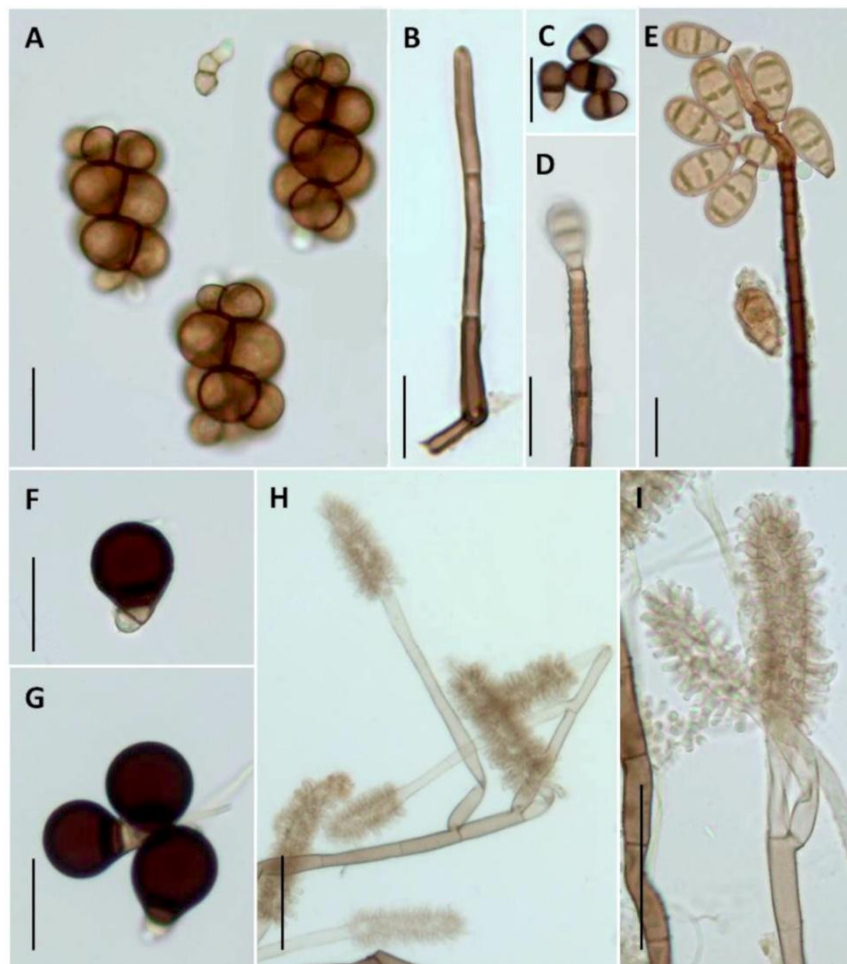


Figura 3. *Helicorhoidion pulchrum*: A. Conídios; *Spadicoides cubensis*: B. Conídios, C. Conidióforo; *Sporidesmiella incrassata*: D. Detalhe da célula conidiogênica, E. Conidióforo e conídios; *Trichocladium aquaticum*: F-G. Conídios; *Xylocladium clautravii*: H. Conidióforos, I. Vesículas e células conidiogênicas. Escalas: B-C= 10 μm ; A, D-G= 20 μm ; H-I= 50 μm .

Discussão

Os resultados apresentados neste estudo demonstram que a Ilha de Marajó possui uma elevada riqueza de hifomicetos, sendo uma área em potencial para a descrição de novos registros e novas espécies. Estudos realizados na Ilha do Combu e Ilha de Mosqueiro, ambas no Pará, realizados por Castro *et al.* (2011, 2012), Monteiro *et al.* (2016), Santos *et al.* (2018) e Da Silva & Gusmão (2024) são marcados por uma elevada riqueza de hifomicetos com a descrição de novos registros e novas espécies como *Arachnophora combuensis* J.S. Monteiro *et al.*, *Bactrodesmium amazonicum* P.R. Silva & Gusmão, *Exserticlava aquatica* L.T. Carmo *et al.* e *Thozetella ypsiloidea* J.S. Monteiro, R.F. Castañeda & Gusmão.

Apesar do método de incubação em câmara-úmida favorecer a ocorrência de hifomicetos aquáticos-facultativos (de origem terrestre), quatro espécies de fungos ingoldianos foram identificadas neste estudo: *Brachiosphaera tropicalis* Nawawi, *Dendrosporium lobatum* Plakidas & Edgerton, *Ingoldiella hamata* D.E. Shaw e *Triscelophorus acuminatus* Nawawi, estas duas últimas são frequentemente relatadas em ambientes aquáticos e parecem bem distribuídas nos biomas Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado (SCHOENLEIN-CRUSIUS 2002; BARBOSA *et al.* 2013; FIUZA *et al.* 2015, NASCIMENTO *et al.* 2021). Nesse estudo *I. hamata* foi a única espécie pertencente ao filo Basidiomycota.

Algumas espécies identificadas neste estudo, como *Beltrania rhombica* Penz., *Beltraniella portoricensis* (F. Stevens) Piroz. & S.D. Patil, *Exserticlava vasiformis* (Matsush.) S. Hughes, *Menisporopsis theobromae* S. Hughes, *Sporidesmium ghanaense* M.B. Ellis, *Stachybotrys theobromae* Hansf., *Vermiculariopsiella immersa* (Desm.) Bender e *Volutellonectria consors* (Ellis & Everh.) J. Luo *et al.* (como *Volutella minima* Höhn.), foram registradas anteriormente por Monteiro *et al.* (2018) na Floresta Nacional de Caxiuanã, localizada em Melgaço, município integrante do Arquipélago do Marajó. Algumas dessas espécies são comumente isoladas em florestas tropicais úmidas e reconhecidas como cosmopolitas (DULYMAMODE *et al.*, 2001; RAMBELLI *et al.*, 2004).

A classe Sordariomycetes foi a mais representativa com 52 espécies, sendo distribuída mundialmente, com diversas espécies atuando como sapróbios em ecossistemas terrestres ou de água doce (DONG *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2023). Entre os substratos avaliados, 53 espécies de hifomicetos foram registradas exclusivamente em galhos, contrastando com resultados apresentados por Silva *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2023), que relataram maior

predominância desses fungos em folhas submersas. Estudos indicam que folhas são tipicamente colonizadas por fungos ingoldianos (KRAUSS *et al.*, 2011), enquanto galhos, por serem mais resistentes devido ao alto teor de lignina e menor área superficial relativa, são preferidos por hifomicetos aquático-facultativos, especialmente dematiáceos, que possuem melanina em suas paredes celulares, conferindo resistência à desidratação (SIVICHAJ *et al.*, 2002; SHEARER, 1992). Além disso, o ambiente de várzea estudado é caracterizado por inundações periódicas que intensificam processos de erosão, transporte e lixiviação da serrapilheira, resultando em rápida perda de massa foliar e favorecendo substratos lenhosos na colonização fúngica (GONÇALVES-JÚNIOR, 2014 *et al.*, MOREIRA-TURCQ, 2004). Essas condições podem explicar a especificidade das comunidades fúngicas em galhos nas várzeas da Ilha de Marajó.

Todos os táxons relatados neste trabalho são considerados novos registros para Ilha de Marajó, que anteriormente só contava com registros provenientes das folhas de palmeiras em decomposição coletadas em florestas de terra firme na Floresta Nacional de Caixuaña (MONTEIRO *et al.*, 2018).

Esse estudo expande a distribuição geográfica de vários hifomicetos, destacando a importância desses fungos na decomposição de matéria orgânica nos ambientes aquáticos amazônicos, especialmente nas várzeas. As inundações periódicas nesses ambientes podem representar um modo de dispersão efetivo para os fungos, que precisam ser mais bem investigados. A realização de novas investigações micológicas abordando ascomicetos assexuais e outros grupos de fungos é necessária diante do aumento de danos ambientais que a Ilha de Marajó vem experimentando devido a alterações climáticas e mudanças no uso da terra.

Agradecimentos

Agradecemos ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela infraestrutura e pelo apoio oferecido para a realização deste trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela bolsa de Mestrado no programa de pós-graduação em Botânica Tropical/MPEG/UFRA concedida ao autor. “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento

001". "This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001".

Referências

- BARBOSA, F.R.; GUSMÃO, L.F.P.; RAJA, H.A.; SHEARER, C.A. 2008. *Annulatascus apiculatus* sp. nov., a new freshwater ascomycete from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Mycotaxon*, v. 106, p. 403-407.
- CARMO, L.T.; SANTOS, D.C.; SILVA, C.R.; LEÃO-FERREIRA, S.M.; FELETII, T.A.; GUSMÃO, L.F.P. 2019 *Exserticlava aquatica* sp. nov., a microfungus from the Brazilian Amazon. *Mycotaxon*, vol. 134, p. 731-735.
- CASTAÑEDA RUIZ, R. F., MINTER, D. W., STLADLER, M., SAIKAWA, M. 2006. Anamorphic fungi from submerged leaves in Cuba: *Brevicatenospora enteroproliferata* gen. et sp. nov. and *Beltraniopsis aquatica* sp. nov. *Mycotaxon*, v. 96, p. 151-158.
- CASTAÑEDA-RUIZ, R.F.; HEREDIA, G.; GUSMÃO, L.F.P.; LI, D.W. 2016. Fungal diversity of Central and South America. In: LI, D.W. ed. *Biology of Microfungi*. Springer International Publishing, *Switzerland*, p. 197-217.
- CASTRO, C.C., HERNÁNDEZ, A.G., SOTÃO, H.M.P. 2011. Novos registros de fungos anamorfos (hifomicetos) para o Neotrópico e América do Sul. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 34(4), p. 515-521.
- CASTRO, C.C., HERNÁNDEZ, A.G., SOTÃO, H.M.P. 2012. Fungos conidiais em *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro) na Ilha do Combu, Pará-Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 26(4), p. 761-771.
- COLLADO, J.; PLATAS, G.; PELÁEZ, F. 2001. Identification of an endophytic *Nodulisporium* sp. from *Quercus ilex* in central Spain as the anamorph of *Biscogniauxia mediterranea* by rDNA sequence analysis and effect of different ecological factors on distribution of the fungus. *Mycologia*, v. 93, p. 875-886.
- DA SILVA, P. R., & GUSMÃO, L. F. P. (2024). New species and new records of aquatic asexual ascomycetes from estuarine beaches of the Brazilian Amazon. *New Zealand Journal of Botany*, 1-14.

- Holubová-Jechová V. 1983. Studies of Hyphomycetes from Cuba I. *Ceská Mykologie*. 37: 12-18.
- DELGADO, G., KOUKOL, O., MACIÁ-VICENTE, J.G., COLBERT, W., PIEPENBRING, M. REDEFINING. 2024. *Ellisemia* sensu stricto with a reassessment of related taxa in Sordariomycetes. *Mycol Progress*, v. 23, p. 32.
- DONG, W.; WANG, B.; HYDE, K.D.; MCKENZIE, E.H.; RAJA, H.A.; TANAKA, K.; ZHANG, H. 2020. Freshwater Dothideomycetes. *Fungal Diversity*, v. 105, n. 1, p. 319–575.
- DUARTE, S.; BÄRLOCHER, F.; PASCOAL, C.; CASSIO, F.C. 2016. Biogeography of aquatic hyphomycetes: Current knowledge and future perspectives. *Fungal Ecology*, v. 19, p. 169-181.
- DULYMAMODE, R.; CANNON, P.F.; PEERALLY, A. 2001. Fungi on endemic plants of Mauritius. *Mycological Research*, v. 105, n. 2, p. 1472-1479.
- ELLIS, M.B. 1963. Dematiaceous hyphomycetes. *V. Mycological Papers* v. 93, p. 1-33.
- ELLIS, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. *Kew: Commonwealth Mycological Institute*, 608 p.
- ELLIS, M. B. 1976. More dematiaceous Hyphomycetes. *Kew: Commonwealth Mycological Institute*, Surrey, England, 507 p.
- FIUZA, P.O. & GUSMÃO, L.F.P. 2013. Ingoldian fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. *Mycosphere* 4: 1133–1150.
- FIUZA, P.O. & GUSMÃO, L.F.P. 2013. Ingoldian fungi from semiarid Caatinga biome of Brazil. The genus *Campylospora*. *Mycosphere* 4: 559–565.
- FIUZA, P.O., OTTONI-BOLDRINI, B.M.P., MONTEIRO, J.S., CATENA, N.R., HAMADA, N. & GUSMÃO, L.F.P. 2015. First records of Ingoldian fungi from the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Botany* 38: 615–621.
- FIUZA, P.O.; GUSMÃO, L.F.P.; CASTAÑEDA-RUIZ, R.F. 2016. *Synchaetomella aquatica* sp. nov. from submerged leaves from Brazil. *Mycotaxon*, vol. 130, p. 1135-1139.
- GOH, T.K.; HYDE, K.D. 1999. A synopsis of *Trichocladium* species, based on the literature. *Fungal Diversity*, 2, p. 101-118.
- GONÇALVES-JÚNIOR, J.F., MARTINS, R.T., OTTONI-BOLDRINI, B., COUCEIRO, S. 2014. Uma visão sobre a decomposição foliar em sistemas aquáticos brasileiros. In: Hamada

- N, Nessimian JL, Querino RB, eds. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. *Editora INPA*. p. 89-116.
- HSIEH, H.M., JU, Y.M., ROGERS, J.D. 2005. Molecular phylogeny of *Hypoxylon* and closely related genera. *Mycologia*, v. 97, p. 844-865.
- HOLUBOVÁ-JECHOVÁ, V. 1982. Lignicolous Hyphomycetes from Czechoslovakia 6. *Spadicoides* and *Diplococcium*. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, v. 17, p. 295-327.
- HARZ, C. O. 1871. Einige neue Hyphomyceten. *Bulletin de la Societe Imperiale de Naturalistes de Moscou*, v. 44, p. 88-147.
- HYDE, K. D., NOORDELOOS, M. E., & SAVCHENKO, K. G. 2024. The 2024 Outline of Fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere*, 15(1), 5146-6239.
- HUGHES, S. J. 1973. *Fungi Canadenses* N° 4-9.
- KRAUSE, L.M.; FIUZA, P.O.; BARBOSA, F.R. 2020. *Xylomyces* (Aliquandostipitaceae, Jahnulales) freshwater hyphomycetes from the Brazilian Amazon. *Nova Hedwigia*, v. 111, p. 187-197.
- KUTHUBUTHEEN, A. J., & NAWAWI, A. 1993. Three new and several interesting species of *Sporidesmiella* from submerged litter in Malaysia. *Mycological Research*, 97(11), 1305-1314.
- LOBÓN-CERVIÁ, J., HESS, L.L.; MELACK, J.M.; ARAUJO-LIMA, C.A. 2015. A importância da cobertura florestal para a riqueza e abundância de peixes na planície de inundação da Amazônia. *Hydrobiologia*, v. 750, p. 245-255.
- LI, H. H., ZHANG, K., XIA, J. W., WANG, J. Y., YANG, C. L., & ZHANG, X. G. 2017. *Catenularia variegata* sp. nov. from southern China, and a first Chinese record of *Xylocadium clautriavii*. *Mycotaxon*, 132(3), 621-625.
- MATSUSHIMA, T. 1975. Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum. *Published by the author, Kobe*.
- .MONTEIRO, J.S.; GUSMÃO, L.F.P. 2013. An emendation of *Fusticeps* and two new species from the Brazilian Amazon Forest. *Mycotaxon*, v. 123, p. 431-437.
- MONTEIRO, J.S.; GUSMÃO, L.F.P. 2014. Two new species of *Ceratosporella* (anamorphic fungi) from Brazilian Amazon Forest. *Nova Hedwigia*, v. 98, n. 3-4, p. 481-490.

- MONTEIRO, J.S.; CONCEIÇÃO, L.B.; MARQUES, M.F.O.; GUSMÃO, L.F.P.; CASTAÑEDA-RUIZ, R.F. 2016. *Dictyoaquaphila appendiculata* gen. & sp. nov. from submerged wood from Brazil. *Mycotaxon*, vol. 131, p. 177-183.
- MONTEIRO, J.S.; CASTAÑEDA-RUIZ, R.F.; GUSMÃO, L.F.P. 2016. *Thozetella coronata* and *T. ypsiloidea* spp. nov. from the Brazilian Amazon Forest. *Mycotaxon*, vol. 131, p. 605-611.
- MONTEIRO, J.S.; SOTÃO, H.M.P.; CÁCERES, M.E.S.; LÜCKING, R.; GUTIÉRREZ, A.H. 2018. Checklist dos fungos da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. I. Fungos conidiais e liquenizados. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, v. 13, n. 2, p. 221-245.
- MONTEIRO, J.S.; SARMENTO, P.S.; SOTÃO, H.M. 2019. Fungos conidiais sapróbicos associados à serapilheira na Amazônia Oriental, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. e20180545.
- MOREIRA-TURCQ, P., JOUANNEAU, J. M., TURCQ, B., SEYLER, P., WEBER, O., & GUYOT, J. L. 2004. Carbon sedimentation at Lago Grande de Curuai, a floodplain lake in the low Amazon region: insights into sedimentation rates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 214(1-2), 27-40.
- NASCIMENTO, E. G. R. D., BARBOSA, M. A., TAVARES, W. L., & MALOSSO, E. 2021. Diversity of hyphomycetes on submerged leaf litter in two Atlantic Forest areas in the Northeast of Brazil with comments on the water quality. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 33, e30.
- Patil, S. Y. 2018. Aquatic fungi from North Maharashtra–XVI: Mitosporic Genus Spadicoides.
- PATIL, S.Y. 2019. PAWAR, N.S.; BORSE, B.D. *Trichocladium aquaticum* sp. nov. (mitosporic fungi) on submerged wood from freshwater, Maharashtra, India, *Int. J. of. Life Science*, v. 7(2), p. 329-332.
- PATOUILLARD NT. 1898. Quelques champignons de Java. Bulletin de la Société Mycologique de France 14: 182–198.
- PRASHER, I.B. 2016. New records of hyphomycetous fungi from NorthWestern Himalayas, India. *Journal on New Biological Reports JNBR* 5(2) 87 – 92.

- PROMPUTTHA, I.; MCKENZIE, E.H.; TENNAKOON, D.S.; LUMYONG, S.; HYDE, K.D. 2017. Succession and natural occurrence of saprobic fungi on leaves of *Magnolia liliifera* in a tropical forest. *Cryptogamie Mycol*, v. 38, n. 2, p. 213-225.
- PURAHONG, W., WUBET, T., LENTENDU, G., SCHLOTER, M., PECYNA, M. J., KAPTURSKA, D., ... & BUSCOT, F. 2016. Life in leaf litter: novel insights into community dynamics of bacteria and fungi during litter decomposition. *Molecular ecology*, 25(16), 4059-4074.
- RAMBELLI, A.; MULAS, B. & PASQUALETTI, M. 2004. Comparative studies of microfungi in tropical ecosystems in Ivory Coast forest litter: behaviour on different substrata. *Mycological Research*, v. 108, n. 3, p. 325-336.
- SANTOS, R. F.; SOTÃO, H. M. P.; MONTEIRO, J. S.; GUSMÃO, L. F. P.; GUTIÉRREZ, A. H. 2018. Conidial fungi associated with leaf litter of red cedar (*Cedrela odorata*) in Belém, Pará (Eastern Brazilian Amazon). *Acta Amazonica*, v. 48, p. 230-238.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H.; MILANEZ, A.I. 1989. Sucessão fúngica em folhas de *Ficus microcarpa* L.F. submersas no lago frontal situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo. *Revista de Microbiologia*, vol. 20, p. 95-101.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H. 2002. Aquatic hyphomycetes from Cerrado regions in the state of São Paulo, Brazil. *Mycotaxon*, vol. 81, nº 1, p. 457-462.
- SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H., & GRANDI, R. A. P. 2003. A diversidade dos Hyphomycetes aquáticos nas águas continentais da América do Sul. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34, 183-193.
- SEIFERT, K. A., & GAMS, W. 2011. The genera of Hyphomycetes–2011 update. *Persoonia*, 27(1), 119-129.
- SHEARER, C.A., DESCALS, E., KOHLMAYER, B., KOHLMAYER, J., MARVANOVÁ, L., PADGETT, D., PORTER, D., RAJA, H.A., SCHMIT, J.P., THORTON, H.A., VOGLYMAYR, H. 2007 Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity and Conservation* 16: 49-67.
- SIVICHAI S, JONES EBG, HYWEL-JONES NL. 2000. Fungal colonisation of wood in a freshwater stream at Khao Yai National Park, Thailand. *Fungal Diversity* 5:7–88.

- SILVA, S.S.; SANTA-IZABEL, T.S.; GUSMÃO, L.F.P. 2014. Fungos conidiais associados a substratos vegetais submersos em algumas áreas do bioma Caatinga. *Rodriguésia*, v. 65, n. 2, p. 527-538.
- SILVA, H.F.; ASSUNÇÃO, A.R.; ACIOLE, D.D.S.B.; BARBOSA, F.R.; FIUZA, P.O. 2023. Aquatic hyphomycetes associated with plant debris in freshwater ecosystems of the Atlantic Forest of Rio Grande do Norte, Brazil. *New Zealand Journal of Botany*, p. 1-18.
- SIR, E. B., & NAKAMURAKARE, E. D. C. 2024. The genus *Camillea* (Xylariales) in Argentina's Yungas: a comprehensive morphological study with two new species and identification key. *Plant and Fungal Systematics*, 69(2), 149-166.
- SONTER, L. J., HERRERA, D., BARRETT, D. J., GALFORD, G. L., MORAN, C. J., & SOARES-FILHO, B. S. 2017. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature communications*, 8(1), 1013.
- STADLER M, KUHNERT E, PERŠOH D, FOURNIER J. 2013. The Xylariaceae as model example for a unified nomenclature following the “one fungus-one name” (1F1N) concept. *Mycol Int J Fungal Biol*, v. 4, p. 5-21.
- SUTTON, B.C. 1985. Notes on some deuteromycete genera with cheiroid or digitate brown conidia. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences Section B*, 94, 229-244.
- TSUI CKM, BASCHIEN C, GOH TK. 2016. Biology and Ecology of Freshwater Fungi. In: LI, D.W. ed. *Biology Microfungi*. Springer: Switzerland. p. 285–313.
- WENDT, L., SIR, E. B., KUHNERT, E., HEITKÄMPER, S., LAMBERT, C., HLADKI, A. I., STADLER, M. 2018. Resurrection and emendation of the Hypoxylaceae, recognised from a multigene phylogeny of the Xylariales. *Mycological Progress*, 17, 115-154.
- ZHOU, D.Q.; HYDE, K.D.; WU, X.L. 2001. New records of *Ellisembia*, *Penzigomyces*, *Sporidesmium* and *Repetophragma* species on bamboo from China. *Acta Botanica Yunnanica*. 23(1): 45-51.

Tabela 1: Hifomicetos associados à serrapilheira de várzeas na costa leste da Ilha de Marajó.

Espécie	Família	Ordem	Classe	Substrato	Novo registro
<i>Acrogenospora sphaerocephala</i> (Berk. & Broome) MB Ellis	Acrogenosporaceae	Minutisphaerales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Actinocladium rhodosporum</i> Ehrenb	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Arachnophora combuensis</i> J.S. Monteiro, R.F. Castañeda & Gusmão	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Arthrotaeniolella aquatica</i> L.B. Conç., M.F.O. Marques, J.S. Monteiro, Gusmão & R.F. Castañeda	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Bioma Amazônico
<i>Atrosetaphiale flagelliformis</i> Matsush.	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Bactrodesmium novageronense</i> R.F. Castañeda	Incertae sedis	Pleosporales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Beltrania querna</i> Harkn.	Beltraniaceae	Amphisphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	Beltraniaceae	Amphisphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Beltraniella botryospora</i> Shirouzu & Tokum.	Beltraniaceae	Amphisphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Beltraniella havanensis</i> (Hol.-Jech.) Matsush.	Beltraniaceae	Amphisphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Bioma Amazônico
<i>Beltraniella portoricensis</i> (F. Stevens) Piroz. & SD Patil	Beltraniaceae	Amphisphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Berkleasium inflatum</i> Hol.-Jech.	Tubeufiaceae	Tubeufiales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Beverwykella clathrata</i> Voglmayr	Pleomassariaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Brachiosphaera tropicalis</i> Nawawi	Aliquandostipitaceae	Jahnulales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Brachydesmiella caudata</i> V. Rao & de Hoog	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Brachysporiella gayana</i> Bat.	Incertae sedis	Kirschsteiniotheliales	Dothideomycetes	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Brocchiosphaera brocchiata</i> (Tubaki) K. Yamag., Chuaseehar. & Nakagiri	Incertae sedis	Pisorisporiales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Canalisporium pulchrum</i> (Hol.-Jech. & Mercado) Nawawi & Kuthub.	Savoryellaceae	Savoryellales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Canalisporium caribense</i> (Hol.-Jech. & Mercado) Nawawi & Kuthub.	Savoryellaceae	Savoryellales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Cancellidium applanatum</i> Tubaki	Cancellidiaceae,	Cancellidiales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Catenularia cubensis</i> Hol.-Jech.	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Chaetendophragmia triangularis</i> Matsush.	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Chaetopsina fulva</i> Rambelli	Nectriaceae	Hypocreales	Sordariomycetes	Galho	Estado do Pará
<i>Chaetosphaeria vermicularioides</i> (Sacc. & Roum.) W. Gams & Hol.-Jech.	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Chloridium chloroconium</i> (W. Gams & Hol.-Jech.) Réblová & Seifert	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Chloridium obclaviforme</i> J. Mena & Mercado	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Circinotrichum falcatisporum</i> Piroz.	Coniocessiaceae	Xylariales	Sordariomycetes	Folha	Bioma Amazônico

Espécie	Família	Ordem	Classe	Substrato	Novo registro
<i>Coleodictyospora micronesiaca</i> (Matsush.) Matsush.	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Cordana terrestris</i> (Timonin) Hern.-Restr., Gené & Guarro	Cordanaceae	Cordanales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Corynespora torulosa</i> (Syd. & P. Syd.) Crous	Corynesporascaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Curvularia eragrostidis</i> (Henn.) JA Mey.	Pleosporaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Curvularia lunata</i> (Wakker) Boedijn	Pleosporaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Dactylaria chrysosperma</i> (Sacc.) G.C. Bhatt & W.B. Kendr.	Incertae sedis	Helotiales	Leotiomycetes	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Dendrosporium lobatum</i> Plakidas & Edgerton	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Dictyoaquaphila appendiculata</i> J.S. Monteiro, L.B. Conç., M.F.O. Marques, Gusmão & R.F. Castañeda	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Dictyochaetopsis gonytrichodes</i> (Shearer & JL Crane) Whitton, McKenzie & KD Hyde	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Dictyosporium splendidum</i> Alves-Barb., Malosso & R.F. Castañeda	Dictyosporiaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Diplocладиella scalaroides</i> G. Arnaud ex M.B. Ellis	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Distoseptispora adscendens</i> (Berk.) R. Zhu & H. Zhang	Distoseptisporaceae	Distoseptisporales	Sordariomycetes	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Eversia parvula</i> Hol.-Jech.	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Bioma Amazônico
<i>Exserticlava aquatica</i> L.T. Carmo, C.R. Silva, Careli, S.M. Leão, Feletti & Gusmão	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Exserticlava vasiformis</i> (Matsush.) S. Hughes	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Fusticeps laevisporus</i> Matsush.	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Gamsomyces longisporus</i> (MB Ellis) Hern.-Restr. & Réblová	Sclerococcaceae	Sclerococcales	Eurotiomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Guayaquilina cubensis</i> (R.F. Castañeda & G.R.W. Arnold) R.F. Castañeda, Magdana, D. Sosa & Hern.-Restr.	Incertae sedis	Xylariales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Hansfordia pulvinata</i> (Berk. & M.A. Curtis) S. Hughes	Hansfordiaceae	Xylariales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Helicodendron amazonense</i> Matsush.	Helotiaceae	Helotiales	Leotiomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Helicorhoidion botryoideum</i> (Cooke) S. Hughes	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Helicorhoidion pulchrum</i> (Berk.) S. Hughes	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	América do Sul
<i>Helminthosporium longisinuatum</i> Matsush.	Massarinaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Helminthosporium palmigenum</i> Matsush.	Massarinaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Henicospora coronata</i> B. Sutton & P.M. Kirk	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Hyphodiscosia jaipurensis</i> Lodha & K.R.C. Reddy	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Inesiosporium longispirale</i> (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda & W. Gams	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Ingoldiella hamata</i> D.E. Shaw	Hydnaceae	Cantharellales	Agaricomycetes	Folha	Ilha de Marajó

Espécie	Família	Ordem	Classe	Substrato	Novo registro
<i>Isthmolongispora quadricellularia</i> Matsush.	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Junewangia globulosa</i> (Tóth) W.A. Baker & Morgan-Jones	Junewangiaceae	Thyridiales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Lauriomyces sakaeratensis</i> Somrith., Kosol & E.B.G. Jones	Lauriomycetaceae	Lauriomycetales	Leotiomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Lomaantha brachypus</i> (Ellis & Everh.) G. Delgado, Koukol & Maciá-Vicente	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Magnopulchromyces scorpiophorus</i> L.B. Conc., Gusmão & RF Castañeda	Lophiostomataceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Megacapitula villosa</i> J.L. Chen & Tzean	Incertae sedis	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Menisporopsis theobromae</i> S. Hughes	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Monotosporella palmicola</i> Yanna & K.D. Hyde	Pleurotheciaceae	Pleurotheciales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Monotosporella rhizoidea</i> V. Rao & de Hoog	Pleurotheciaceae	Pleurotheciales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Monotosporella setosa</i> (Berk. & M.A. Curtis) S. Hughes	Pleurotheciaceae	Pleurotheciales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Mycelephas robustus</i> (R.F. Castañeda) R.F. Castañeda	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Nakataea fusispora</i> (Matsush.) Matsush.	Magnaporthaceae	Magnaporthales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Nidulispora quadrifida</i> Nawawi & Kuthub.	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Paliphora bicolorata</i> Malosso, P.M.O. Costa & R.F. Castañeda	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Bioma Amazônico
<i>Paragaemannomyces nitidus</i> (Kuthub., G.M. Liew & Nawawi) W.P. Wu & Y.Z. Diao	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Parasympodiella laxa</i> (Subram. & Vittal) Ponnappa	Parasympodiellaceae	Coronophorales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Parawiesneriomyces syzygii</i> Crous & MJ Wingf.	Wiesneriomycetaceae	Tubeufiales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Phaeoisaria aguilerae</i> R.F. Castañeda, S. Velásquez & Cano	Pleurotheciaceae	Pleurotheciales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Phaeoisaria infrafertilis</i> B. Sutton & Hodges	Pleurotheciaceae	Pleurotheciales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Physalidiella elegans</i> (Luppi Mosca) Rulamort	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Pithomyces terricola</i> (Manohar. & P.Rama Rao) PM Kirk	Astrosphaeriellaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Pleurophragmium malaysianum</i> Matsush.	Incertae sedis	Incertae sedis	Sordariomycetes	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Pseudopithomyces maydicus</i> (Sacc.) Jun F. Li, Ariyaw. & K.D. Hyde	Didymosphaeriaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Quadracaea stauroconidia</i> F.R. Barbosa & Gusmão	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Repetophragma filiferum</i> (Piroz.) R.F. Castañeda, Gusmão & Heredia	Incertae sedis	Pleosporales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Selenosporella perramosa</i> (W.B. Kendr. & R.F. Castañeda) R.F. Castañeda	Helminthosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Spadicoides cubensis</i> Hol.-Jech.	Xenospadicoidaceae	Xenospadicoidales	Sordariomycetes	Galho	América do Sul
<i>Speiropsis pedatospora</i> Tubaki	Wiesneriomycetaceae	Tubeufiales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Spinulospora pucciniiphila</i> Deighton	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Sporidesmiella incrassata</i> Kuthub. & Nawawi	Junewangiaceae	Thyridiales	Sordariomycetes	Galho	Continente Americano

Espécie	Família	Ordem	Classe	Substrato	Novo registro
<i>Sporidesmium ghanaense</i> M.B. Ellis	Sporidesmiaceae	Sporidesmiales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Stachybotrys theobromae</i> Hansf.	Stachybotryaceae	Hypocreales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Tainosphaeria simplex</i> (S. Hughes & WB Kendr.) Réblová & Hern.-Restr.	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Tetraploa aristata</i> Berk. & Broome	Tetraplosphaeriaceae	Pleosporales	Dothideomycetes	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Thozetella cristata</i> Piroz. & Hodges	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Thozetella ypsiloidea</i> J.S. Monteiro, R.F. Castañeda & Gusmão	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Trichocladium aquaticum</i> N.S. Pawar & B.D. Borse	Chaetomiaceae	Sordariales	Sordariomycetes	Galho	Continente Americano
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi	Microthyriaceae	Microthyriales	Dothideomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Vanakripa fasciata</i> R.F. Castañeda, M. Stadler & Decock	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Galho	Ilha de Marajó
<i>Vermiculariopsiella immersa</i> (Desm.) Bender	Vermiculariopsiellaceae	Vermiculariopsiellales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Vermiculariopsis microsperma</i> (Höhn.) Hern.-Restr. & Crous	Incertae sedis	Incertae sedis	Incertae sedis	Folha	Ilha de Marajó
<i>Virgaria nigra</i> (Link) Nees	Xylariaceae	Xylariales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó
<i>Volutellonectria consors</i> (Ellis & Everh.) J. Luo, X.M. Zhang & W.Y. Zhuang	Nectriaceae	Hypocreales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Wiesneriomyces laurinus</i> (Tassi) P.M. Kirk	Wiesneriomycetaceae	Tubeufiales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Xenanthostomella olivacea</i> (Speg.) Hern.-Restr. & Crous	Incertae sedis	Xylariales	Sordariomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Xylocladium clautriavii</i> (Pat.) P. Syd.	Xylariaceae	Xylariales	Sordariomycetes	Galho	América do Sul
<i>Xylocladium claviforme</i> (JL Crane & Dumont) Arx	Xylariaceae	Xylariales	Sordariomycetes	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Xylomyces chlamydosporus</i> Goos, R.D. Brooks & Lamore	Aliquandostipitaceae	Jahnulales	Dothideomycetes	Folha e Galho	Ilha de Marajó
<i>Xylomyces foliicola</i> W.B. Kendr. & R.F. Castañeda	Aliquandostipitaceae	Jahnulales	Dothideomycetes	Folha	Ilha de Marajó
<i>Zanclospora bonfinensis</i> D.A.C. Almeida, Gusmão & M.F.O. Marques	Chaetosphaeriaceae	Chaetosphaeriales	Sordariomycetes	Folha	Bioma Amazônico
<i>Zygosporium masonii</i> S. Hughes	Zygosporiaceae	Xylariales	Sordariomycetes	Galho	Ilha de Marajó

Capítulo 2

Diversidade de hifomicetos aquáticos em Áreas de Várzea da Ilha de Marajó, Pará, Brasil

Resumo: Apesar da ampla documentação da biodiversidade amazônica, estudos sobre fungos hifomicetos em ambientes aquáticos são escassos. Esses fungos colonizam substratos vegetais submersos, contribuindo para a decomposição da matéria orgânica e o ciclo de nutrientes em ecossistemas de água doce. Visando contribuição com as informações da funga amazônica este estudo analisou a diversidade alfa e beta de hifomicetos em áreas de várzea da Ilha de Marajó. Expedições várzeas do município de Cachoeira do Arari, entre janeiro e setembro de 2024, identificaram 228 táxons, distribuídos em 121 gêneros, 52 famílias, 36 ordens e 5 classes. A riqueza e a composição dessas comunidades são influenciadas pela natureza do substrato colonizado e por variações espaciais e sazonais. O estudo destaca a importância das várzeas para a diversidade fúngica e reforça a necessidade de pesquisas adicionais para compreender o papel ecológico dos hifomicetos na Amazônia.

Palavras-chave: Água doce, Hifomicetos, Decompositores, Fungos, Riqueza

Abstract: Despite the extensive documentation of Amazonian biodiversity, studies on hyphomycete fungi in aquatic environments are scarce. These fungi colonize submerged plant substrates, contributing to the decomposition of organic matter and nutrient cycling in freshwater ecosystems. In order to contribute to information on Amazonian fungi, this study analyzed the alpha and beta diversity of hyphomycetes in floodplain areas of Marajó Island. Expeditions to the floodplains of the municipality of Cachoeira do Arari, between January and September 2024, identified 228 taxa, distributed in 121 genera, 52 families, 36 orders and 5 classes. The richness and composition of these communities are influenced by the nature of the colonized substrate and by spatial and seasonal variations. The study highlights the importance of floodplains for fungal diversity and reinforces the need for further research to understand the ecological role of hyphomycetes in the Amazon.

Keywords: Freshwater, Hyphomycetes, Decomposers, Fungi, Richness

Introdução

Os hifomicetos são fungos que se reproduzem de forma assexual e estão relacionados filogeneticamente aos filos Ascomycota e Basidiomycota, são amplamente encontrados em ambientes aquáticos e estão categorizados em três grupos ecológicos. Os fungos ingoldianos que esporulam abaixo d'água, os fungos aeroaquáticos que esporulam ao entrar em contato com o ar, possuindo estruturas que permitem sua flutuação e os aquático-facultativos, que apesar de não possuírem adaptações específicas para a dispersão na água, podem apresentar apêndices e envoltórios mucilaginosos (GOH & HYDE, 1996; JONES, 2006; SHEARER *et al.*, 2007).

Na Amazônia, embora fauna e flora sejam amplamente documentadas, os microrganismos aquáticos, como os fungos, ainda permanecem pouco explorados. Os microfungos, inclusive os hifomicetos, são extremamente reconhecidos por sua capacidade de colonizar substratos vegetais submersos, como folhas e galhos, contribuindo para a liberação de nutrientes essenciais e para o fluxo de energia em ecossistemas de água doce, apresentando grande diversidade funcional e adaptativa, permitindo-lhes prosperar em diversas condições ambientais (SCHOENLEIN-CRUSIUS & GRANDI, 2003, CHAUVET *et al.*, 2016, ALTAF *et al.*, 2022). Apesar de sua importância ecológica, os hifomicetos ainda são pouco estudados em ecossistemas aquáticos como as várzeas amazônicas.

As várzeas da Amazônia são ecossistemas alagáveis, dinâmicos e altamente diversos, caracterizados por variações sazonais marcantes entre períodos chuvosos e de seca (JUNK *et al.*, 1997, ALMEIDA *et al.*, 2004). Essa variabilidade resulta em mudanças marcantes nos parâmetros ambientais, como qualidade da água, disponibilidade de nutrientes e estrutura do habitat, favorecendo uma elevada diversidade biológica (JUNK *et al.*, 2012). Atualmente, as várzeas amazônicas estão sob crescente pressão devido a intensas atividades antropogênicas, como o avanço do desmatamento, as alterações climáticas e a expansão da fronteira agrícola e agropecuária (DAVIDSON *et al.*, 2012). Esses fatores ameaçam a integridade desses ambientes únicos, colocando em risco a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos que eles sustentam (PIÑEDO-VASQUEZ *et al.*, 2001).

Estudos de diversidade são essenciais para entender o funcionamento dos ecossistemas e monitorar os impactos das mudanças climáticas e atividades humanas. A diversidade biológica é estruturada em três componentes: diversidade alfa, que indica o número de táxons

em um local; diversidade beta, que mede a variação na composição das comunidades entre locais; e diversidade gama, que representa o total de táxons em uma região (Whittaker, 1960; HEINO et al., 2024). Este estudo avaliou a diversidade alfa e beta de hifomicetos em áreas de várzea da Ilha do Marajó, visando compreender os fatores que estruturam a diversidade desses fungos em ecossistemas aquáticos pouco explorados.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Cachoeira do Arari, localizado na costa leste da Ilha de Marajó, pertencente ao estado do Pará. O clima é do tipo *Am* de acordo com a classificação de Köppen, sendo considerado tropical úmido com precipitação excessiva e temperatura média em torno de 27°C; além de alta pluviosidade nos seis primeiros meses do ano (DE LIMA, 2005). A cobertura vegetal é composta principalmente por Floresta Densa de Terra Firme, Campos Alagados e Savanas Amazônicas (Campos Cerrados, Altos e Baixos), dominadas por espécies herbáceas e arbustos das famílias Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae. Nas margens dos cursos d'água, destacam-se a Floresta Aberta Mista, com formação de áreas de várzeas. A flora da várzea marajoara é distinta e especializada nas manchas mais consolidadas, com composição mista entre árvores, palmeiras e bambuzais; nas áreas mais baixas predominam arbustos, ervas e gramíneas, incluindo espécies de valor econômico (madeireiro) (ALMEIDA *et al.*, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2005; 2009).

Coleta, identificação e preservação dos fungos

Foram realizadas quatro expedições em quatro áreas de várzea entre janeiro e setembro de 2024, sendo duas no período chuvoso e duas no período seco. Em cada área (Bacuri, Camará, Caracará e Chipaiá) foram coletadas 20 folhas e 20 galhos, totalizando 640 amostras em todo o estudo. Os substratos coletados foram armazenados em sacos plásticos transparentes e levados para o Laboratório de Micologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) para o processamento das amostras.

No laboratório, todas as amostras tiveram tamanho padronizado para 10 cm de comprimento e 4 cm de largura, em seguida o material passou pela etapa de lavagem em água corrente (adaptada de CASTAÑEDA RUIZ *et al.*, 2016). Após a lavagem, os substratos foram secos em papel toalha e colocados em câmaras úmidas montadas com placas de Petri forradas com papel filtro umedecido e armazenados em caixas de poliestireno expandido com 500 ml de água e 10 ml de glicerina, em temperatura ambiente. Os substratos foram observados periodicamente em estereomicroscópio por até 45 dias. Lâminas semipermanentes dos espécimes foram preparadas com lactoglicerol. Estruturas reprodutivas foram observadas, medidas e fotografadas com microscópio óptico (Leica DM6B) equipado com câmera digital. A identificação foi realizada com base em chaves e descrições na literatura especializada (ELLIS, 1971, 1976; MATSUSHIMA, 1975; MERCADO-SIERRA *et al.*, 1997; SEIFERT *et al.*, 2011). Lâminas semipermanentes das amostras identificadas foram depositadas no Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

Análise de dados

Foram obtidas 32 amostras, considerando as combinações entre localidades (Bacuri, Camará, Caracará e Chipaiá), períodos e substratos (folhas e galhos), com 20 réplicas por amostra para aumentar a representatividade, totalizando 640 réplicas.

A riqueza de espécies foi determinada pelo número total de espécies registradas, enquanto a frequência de ocorrência (FO) foi calculada pela fórmula: $FO = (n \times 100) / N$, onde n é o número de amostras em que uma espécie foi registrada e N é o número total de amostras. A distribuição taxonômica foi representada em um gráfico de setores, destacando as proporções de espécies pertencentes a diferentes ordens e classes.

A normalidade dos dados quantitativos foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, enquanto a homogeneidade foi testada usando o teste de Levene. Para avaliar diferenças significativas na riqueza de espécies entre tratamentos (localidades, substratos e períodos), foram utilizados o teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparações entre duas categorias e o teste de Kruskal-Wallis para comparações entre três ou mais categorias, uma vez que os dados não apresentaram os requisitos de normalidade e homogeneidade.

A suficiência da amostragem foi avaliada com o estimador Jackknife 1 do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2020), adequado para dados com muitas espécies exclusivas

(*singletons*), comparando-se a riqueza estimada e a observada. Os conjuntos de espécies presentes nas áreas de estudo, substratos e nos meses foram organizados segundo um diagrama *UpSet* (LEX *et al.*, 2014), utilizando-se o pacote *UpSetR* (CONWAY *et al.*, 2017).

A composição das comunidades foi analisada utilizando o Índice de Sørensen, calculado com o pacote *vegan*. Para testar os efeitos das variáveis localidade, substrato e período na composição das comunidades, foi realizada uma PERMANOVA, com 999 permutações, também utilizando o pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2020). Para ordenar as relações entre as comunidades, aplicou-se o Método de Escalonamento Não-Métrico Multidimensional (nMDS) (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). O *turnover* das comunidades entre localidades e períodos foi calculado com o pacote *betapart* (BASELGA, 2012), utilizando o Índice de Sørensen para estimar as componentes de substituição (*turnover*) e aninhamento (*nestedness*). Todas as análises foram realizadas no software R (versão 4.4.2, RStudio), adotando um nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Resultados

Foram identificados 228 táxons de hifomicetos distribuídos em 121 gêneros, 52 famílias 36 ordens e 5 Classes: Agaricomycetes (2), Dothideomycetes (64), Eurotiomycetes (7), Leotiomycetes (9) e Sordariomycetes (114); 27 espécies foram tratadas como Ascomycota *incertae sedis* por não apresentarem posição filogenética definida até o momento. Não foi possível a identificação de 5 morfotipos.

A frequência de ocorrência das espécies variou de 0.26% a 2.13%, destacando-se as espécies *Helicoma* sp. 11 (2.13%), *Beltrania rhombica* Penz. (1.86%), *Helicoma* sp. 1 (1.86%), *Beltraniella portoricensis* (F. Stevens) Piroz. & S.D. Patil (1.6%) e *Dactylaria chrysosperma* (Sacc.) G.C. Bhatt & W.B. Kendr. (1.6%) como as mais frequentes (Tabela 1). A análise da distribuição taxonômica revelou que a classe Sordariomycetes foi a mais representativa, abrangendo mais de 50% das espécies identificadas em todas as localidades (Figura 1).

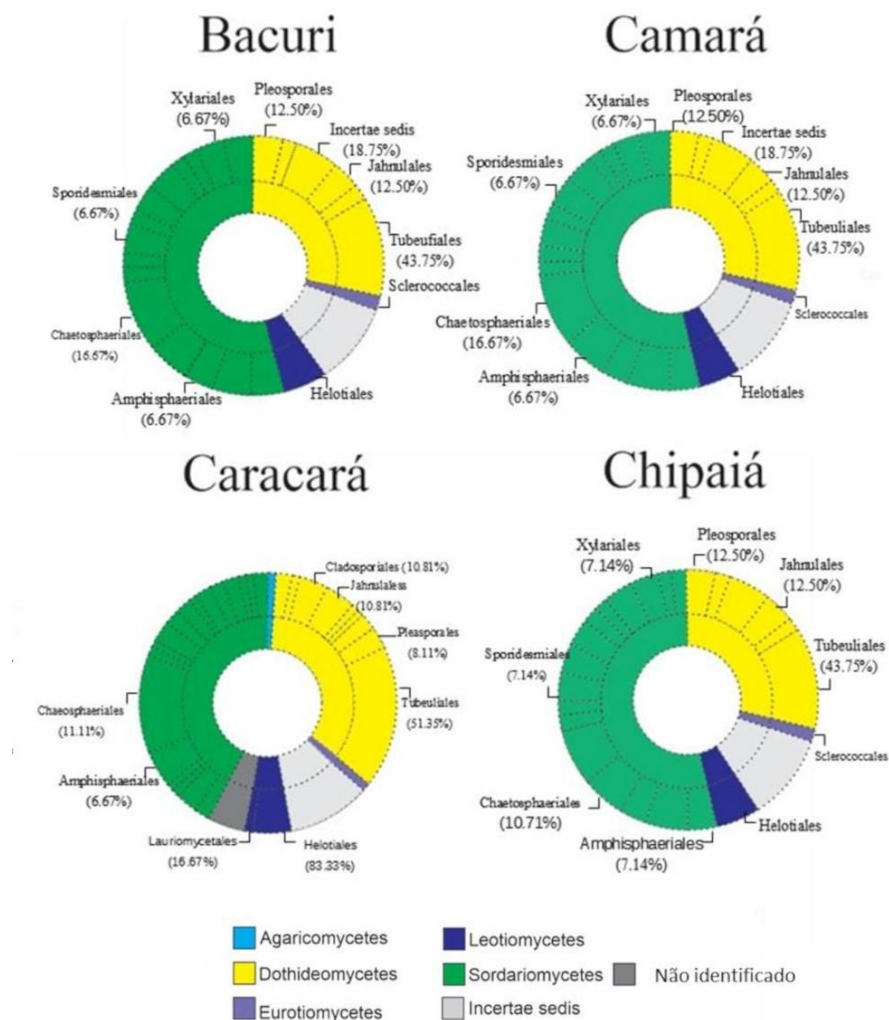


Figura 1. Distribuição taxonômica das espécies coletadas. O gráfico de setores mostra a proporção de espécies por ordens e classes.

A comparação da riqueza de espécies entre tratamentos revelou que não houve diferenças entre todos os tratamentos ($p > 0,05$) (Figura 2).

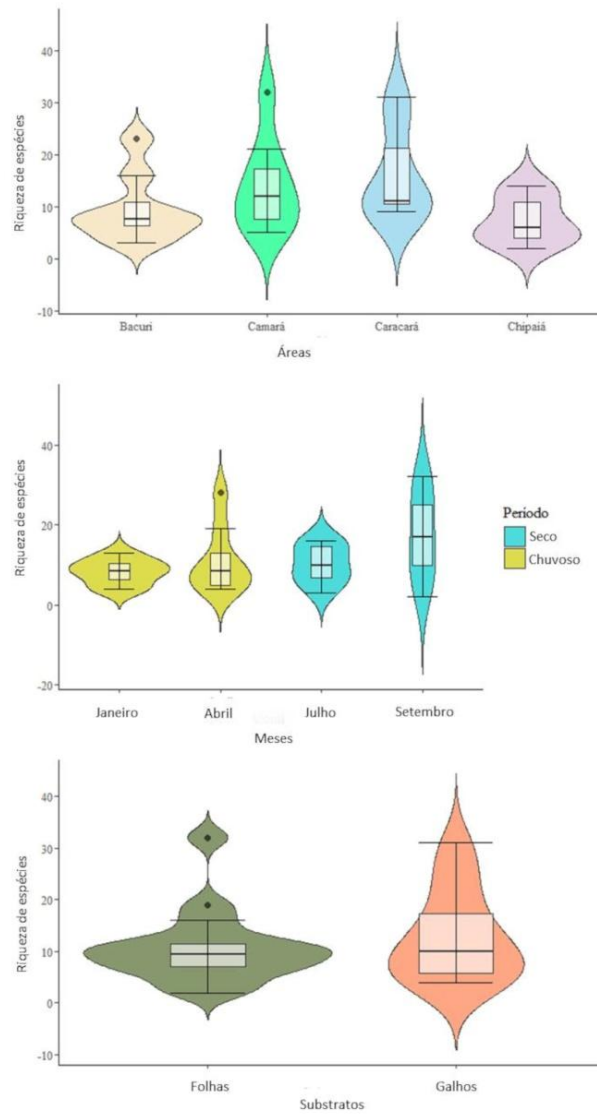


Figura 2. Comparação da riqueza de espécies entre tratamentos. (A) locais de amostragem, (B) períodos de amostragem e (C) substratos.

A análise do estimador *Jackknife* 1 indicou que a amostragem capturou em média 58% da riqueza esperada (Figura 3).

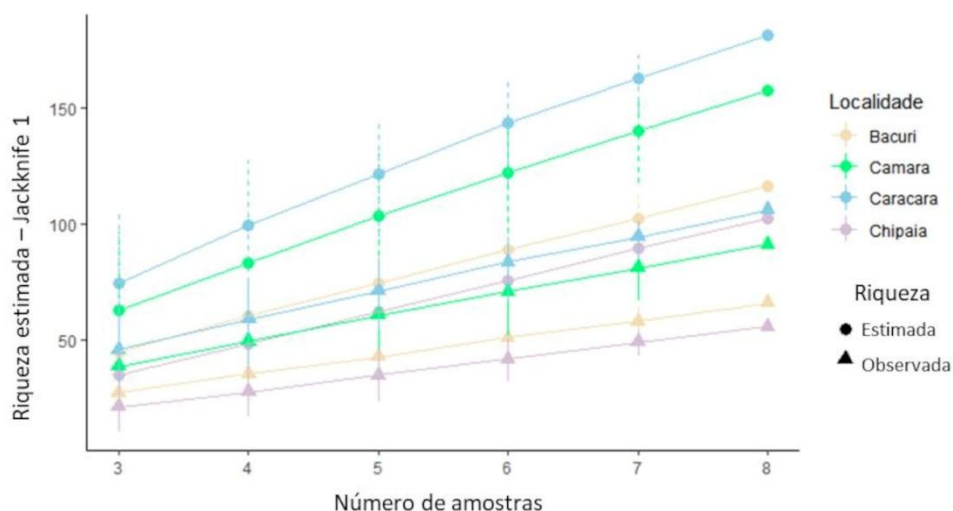


Figura 3. Comparação da riqueza estimada e observada das espécies de hifomicetos entre locais de amostragem em Cachoeira do Arari, Ilha de Marajó.

A análise da distribuição de espécies revelou variações significativas entre as localidades, meses e substratos. Entre as localidades, Caracará apresentou a maior riqueza, com 106 espécies, enquanto Chipaiá teve a menor, com 55. Espécies exclusivas foram mais numerosas em Caracará e Camará (50), Bacuri (38) e Chipaiá (23). Apenas duas espécies foram compartilhadas entre todas as localidades (Figura 4A). No que se refere aos meses, o período seca exibiu maior riqueza, totalizando 183 espécies, com setembro apresentando o maior número de espécies exclusivas (73). Na estação chuvosa, janeiro foi o mês com menor riqueza (49 espécies), sendo 24 exclusivas. Apenas três espécies foram comuns a todos os meses (Figura 4B). Quanto aos substratos, galhos apresentaram 144 espécies, das quais 112 foram exclusivas. Folhas registraram 116 espécies, com 84 exclusivas. Trinta e duas (32) espécies foram compartilhadas entre os dois substratos. Esses resultados indicam que a distribuição de espécies é influenciada por fatores espaciais, temporais e relacionados ao substrato (Figura 4C).

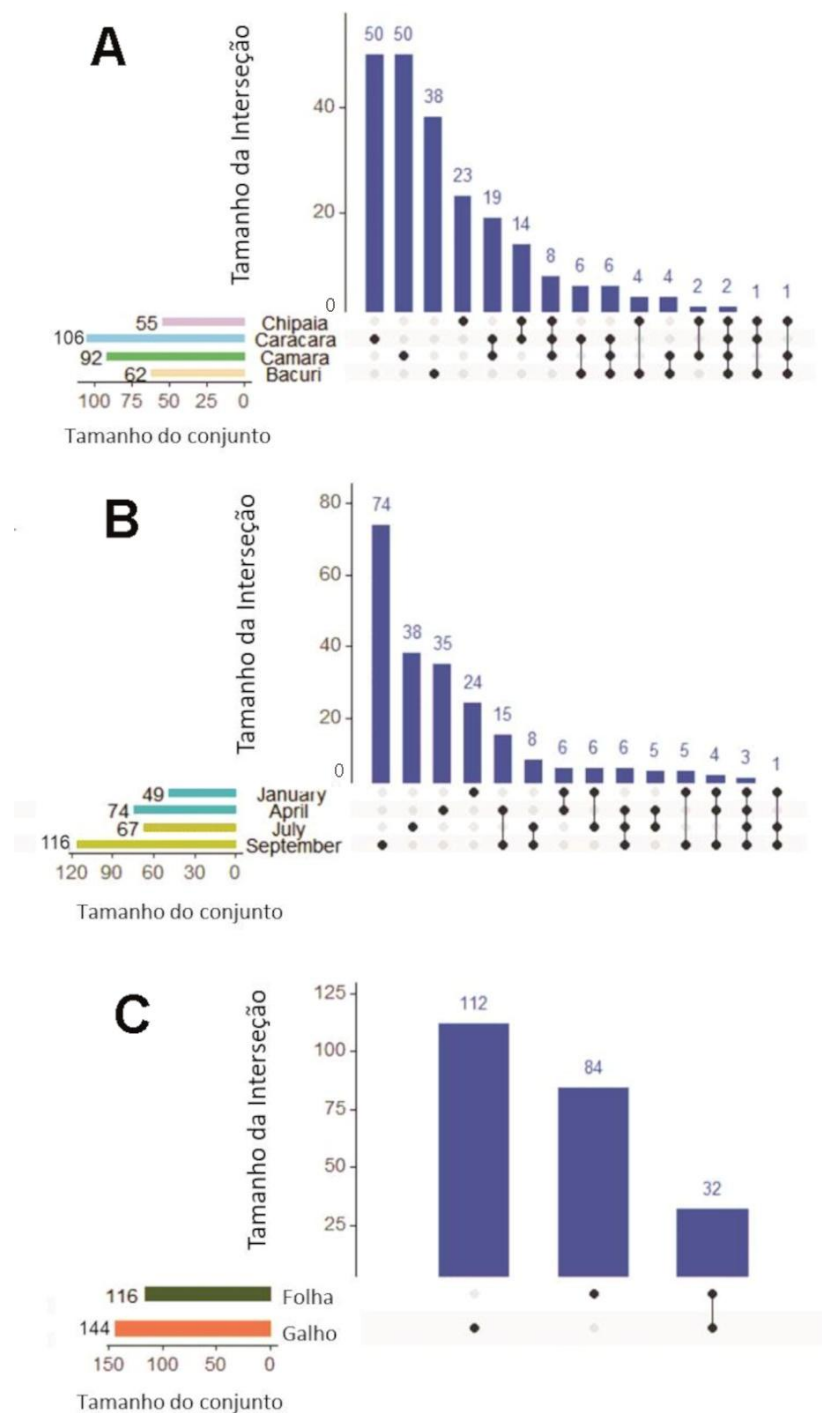


Figura 4. Gráficos *UpSet* demonstrando a distribuição das espécies exclusivas e compartilhadas para as variáveis: (A) localidades, (B) períodos e (C) substratos. As barras verticais representam o número de espécies exclusivas ou compartilhadas. Os pontos conectados indicam os grupos comparados.

A PERMANOVA, utilizando o Índice de Sørensen, indicou que a composição das comunidades não foi significativamente influenciada pela localidade ($F = 1.1687$; $p = 0.058$), porém foi pelo substrato ($F = 2.3868$; $p = 0,001$) e pelo período ($F = 1.4320$; $p = 0,001$). A Análise de ordenação (NMDS) demonstrou uma separação clara entre as comunidades de diferentes substratos e períodos (Figura 5).

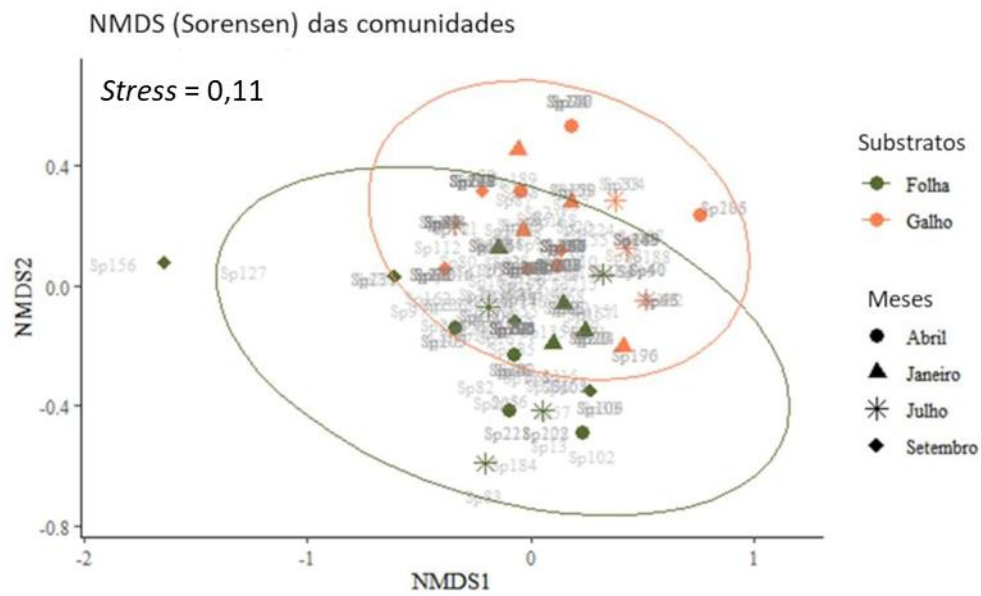


Figura 5. Análise de ordenação nMDS. O gráfico NMDS (Stress = 0,11) mostra a separação das comunidades de fungos de acordo com o substrato e o período.

A análise de turnover realizada com o índice de Sørensen revelou que a substituição (*turnover*) de espécies foi o principal componente da diversidade beta (93.16%), enquanto o aninhamento representou 2.7%. Quando avaliado o *turnover* das comunidades entre as localidades e ao longo do tempo, também houve valores elevados, variando entre 0,50 e 1, indicando uma maior substituição de espécies tanto entre áreas quanto ao longo do tempo (Figura 6).

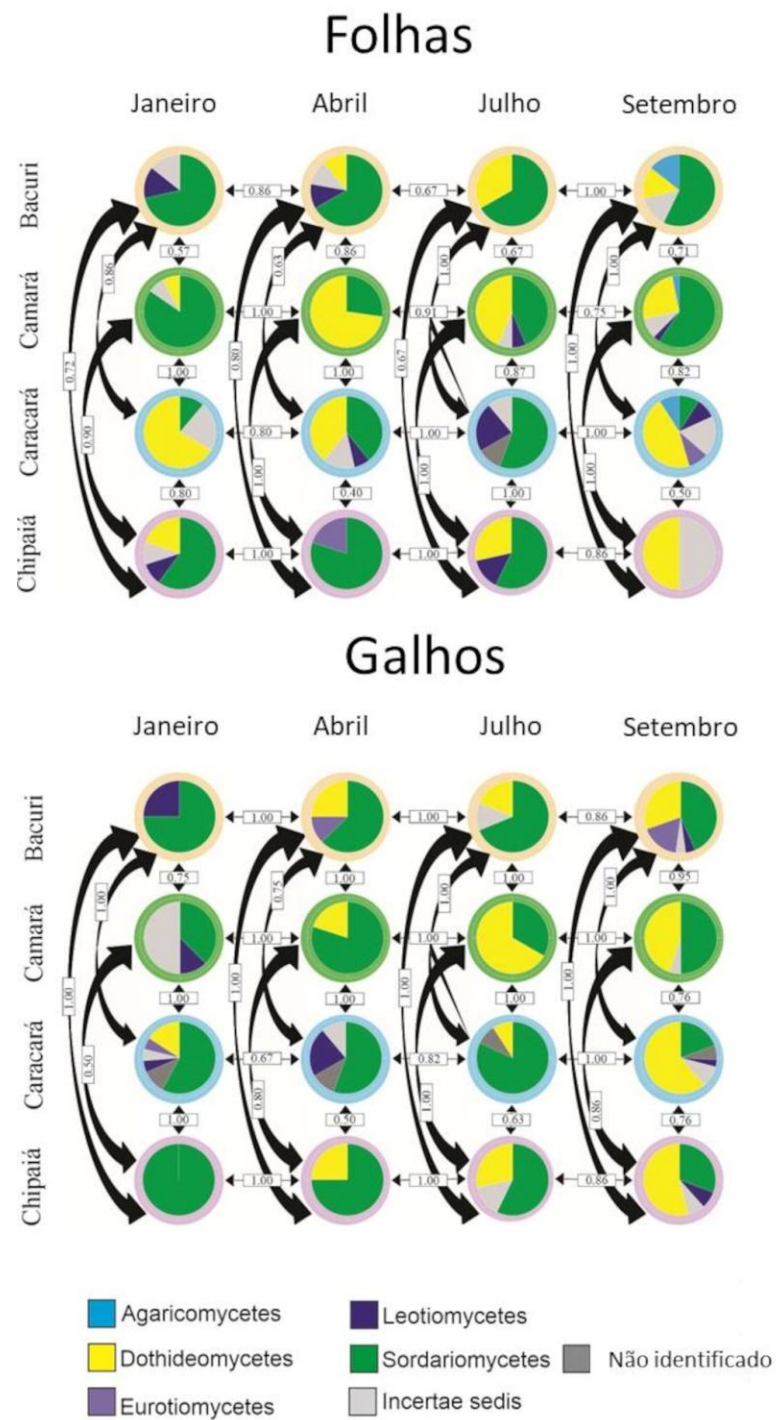


Figura 6. *Network plot* mostrando os valores de turnover entre as localidades e ao longo do tempo para as amostras de folhas e galhos. O gráfico de setores mostra a proporção de espécies por classes.

Discussão

Os resultados obtidos evidenciam que a riqueza e a composição de espécies de hifomicetos aquáticos, em áreas de várzeas amazônicas, são fortemente influenciadas por fatores temporais, espaciais e relacionados ao substrato. A análise do estimador *Jackknife 1* sugere a presença de uma diversidade significativa que ainda não foi detectada. Estes dados refletem a complexidade dos ecossistemas de várzea, conhecidos por abrigar comunidades biológicas heterogêneas devido à dinâmica sazonal de inundação e à grande diversidade de micro-habitats disponíveis (GAMA *et al.*, 2005). Nascimeto *et al.* (2021) ao analisar a diversidade de hifomicetos da serrapilheira submersa, na Mata Atlântica da região nordeste, também relatou uma alta diversidade de hifomicetos aquáticos, que teve como influências a variação de temperatura, vegetação e precipitação, responsáveis pelas diferenças na riqueza de espécies em seu estudo.

A variação na distribuição das espécies entre localidades, períodos e substratos evidencia o papel crucial da heterogeneidade ambiental na estruturação dessas comunidades. Silva *et al.* (2014) analisaram substratos vegetais submersos no bioma Caatinga, relatando uma composição taxonômica muito distinta entre as áreas estudadas, em virtudes da variação de fitofisionomia. Também destacaram, que as transições entre tipos de vegetação favorecem a presença de fungos comuns, incluindo espécies cosmopolitas como *Beltrania rhombica* que esteve presente em todas as áreas desse estudo.

As diferenças observadas entre as localidades, como a maior riqueza de espécies registradas em Caracará (106 espécies) em comparação ao Bacuri (62 espécies) e Chipaiá (55 espécies), podem ser atribuídas às variações nas condições ambientais locais, incluindo a disponibilidade de substratos adequados e características hidrológicas específicas. A região de Caracará apresenta uma maior diversidade em sua fitofisionomia, sendo composta por florestas de terra firme, campos alagados, campinaranas e savanas amazônicas (BRASIL, 1999; ALVES, 2010; SILVA *et al.*, 2024). Nas áreas de várzea predominam palmeiras como *Euterpe oleracea* Mart. e *Mauritia flexuosa* L.f., que segundo estudos realizados na Amazônia, abrigam uma alta diversidade fúngica, com alguns gêneros restritos a esse grupo de plantas (Arecaceae) (CASTRO *et al.*, 2011, MONTEIRO *et al.*, 2018, MONTEIRO *et al.*, 2019, HYDE *et al.*, 2007). Em contrapartida, a região de Bacuri é afetada pelo desmatamento, o que resulta na perda de habitats e na redução da oferta de substratos, comprometendo, assim, a diversidade local. Já a região do Chipaiá é a mais próxima da baía do Marajó e com mais influências de marés oceânicas especialmente na estação seca (BELUCIO *et al.*, 2018)

tais fatores promovem variações de nível da água, salinidade e dinâmica sedimentar proporcionando um ambiente contrastante que podem limitar a presença de espécies menos resiliente e favorecer aquelas mais adaptadas às mudanças bruscas nas condições ambientais.

No contexto sazonal, a maior riqueza registrada no período seca diverge de dados apresentados por Fiuza *et al.* (2019) e Nascimento *et al.* (2021), que apresentaram maior ocorrência de hifomicetos aquáticos durante a período chuvoso. O recuo das águas das várzeas durante a estação seca expõe substratos como galhos e folhas, que oferecem condições favoráveis à colonização. Estudos realizados por Silva *et al.* (2007) e Almeida *et al.* (2015) demonstraram maior produção de serrapilheira no período de seca da Amazônia. Assim, o acúmulo de serrapilheira favorece a maior diversidade de habitats e microclimas (PAULA, 2007; GODINHO *et al.*, 2013). Embora a estação chuvosa apresente maior disponibilidade de água, as condições de alagamento contínuo podem limitar a disponibilidade de oxigênio nos substratos, inibindo o crescimento de algumas espécies fúngicas (UNGER *et al.*, 2009). Em ambientes sujeitos a elevado aporte e acúmulo de detritos vegetais, pode ocorrer desoxigenação em virtude do acúmulo de lixiviados na água (SCHLIEF & MUTZ, 2009).

Quanto aos substratos, os galhos apresentaram maior riqueza de espécies, com alta exclusividade, em comparação às folhas. Resultado semelhantes foram apresentados por Ananda & Sridhar (2004), Raja *et al.* (2009) e Barbosa *et al.* (2013), que registraram maior ocorrência de espécies em substratos lenhosos. A preferência dos hifomicetos por galhos pode estar associada à maior disponibilidade de nutrientes estruturais e ao período prolongado de decomposição, permitindo maior diversidade funcional.

A análise da beta diversidade indicou que o *turnover* foi o principal componente da variação total. Isso reflete uma alta substituição de espécies entre localidades e ao longo do tempo, associada às marcantes variações ambientais da região. O regime hidrológico, caracterizado por um período chuvoso de janeiro a junho e outro de menor pluviosidade de junho a novembro (BELUCIO *et al.*, 2018), gera alterações nos habitats. No Rio Pará, durante os meses de menor vazão (setembro a dezembro), a penetração de água marinha alcança até a região de Belém, tornando as águas fluviais salobras, influenciando a dinâmica das comunidades biológicas. Além disso, a ação das marés pode inverter o fluxo do rio e de seus afluentes, alterando o regime de inundação e a composição do solo (BELUCIO *et al.*, 2018).

Essas condições afetam diretamente a fenologia da vegetação ripária, que regula a qualidade, quantidade e dinâmica temporal dos detritos orgânicos que compõe a serrapilheira, sendo também modulada por fatores climáticos como temperatura, umidade relativa e precipitação (SANPERA-CALBET *et al.*, 2009; SALES *et al.*, 2014). Essas interações promovem mudanças consideráveis na composição e distribuição das espécies vegetais (FRANÇA, 2003) e consequentemente da comunidade fúngica associada. Assim, a predominância do *turnover* como principal componente da beta diversidade reflete as variações sazonais, hidrodinâmicas e climáticas que ocorrem na Ilha de Marajó.

Além disso, as análises nMDS e PERMANOVA confirmaram a influência significativa do substrato e do período sazonal na estrutura das comunidades, demonstrando uma separação clara entre grupos de diferentes substratos e meses. Resultados semelhantes foram reportados por Santa Izabel & Gusmão (2018), cujas análises revelaram que o substrato teve um impacto mais significativo na ordenação da comunidade fúngica do que a área.

As classes Dothideomycetes e Sordariomycetes foram as mais representativas nos estudos, sendo registradas em diversos trabalhos realizados em ambientes terrestres e aquáticos (DONG *et al.*, 2016, SILVA *et al.*, 2023). Dentro dessas classes, Chaetosphaeriaceae e Tubeufiaceae destacaram-se como as famílias mais representativas, sendo reconhecidas como importantes biodegradadores no ambiente. Diversos táxons de Tubeufiaceae, especialmente os helicospóricos, têm sido alvo de diversos estudos devido a produção de diversos compostos bioativos (COUTURIER *et al.*, 2016; LU *et al.*, 2018; MELO *et al.*, 2018). *Helicoma* Corda foi o gênero mais expressivo nesse estudo e suas espécies são predominantemente sapróbias em substratos lenhosos nos ambientes aquáticos (HYDE *et al.*, 2016; LUO *et al.*, 2017).

A maioria dos hifomicetos registrados neste estudo são aquáticos-facultativos, o que possivelmente resulta da elevada tolerância que estes fungos apresentam a ambientes inóspitos e/ou às mudanças bruscas de condições ambientais. Eles são frequentemente observados em estudos desenvolvidos em ambientes aquáticos (SCHOENLEIN-CRUSIUS & GRANDI, 2003). É importante ressaltar que a metodologia adotada nesse estudo (câmara-úmida) favorece o crescimento de fungos pertencentes a esse grupo. A observação adequada de fungos Ingoldianos e aeroaquáticos exige metodologias específicas que favoreçam a produção de seus esporos (CHUASEEHARONNACHAI *et al.*, 2013, FIUZA *et al.*, 2015, YAMAGUCHI, 2023, NASCIMENTO *et al.*, 2021)

Este é o primeiro trabalho ecológico realizado com hifomicetos aquáticos nas várzeas do Marajó, região que combina a influência do bioma Amazônico e um ambiente fortemente sazonal. Os resultados obtidos fornecem informações importantes sobre a ecologia das comunidades fúngicas em ambientes aquáticos tropicais. Esse trabalho reforça necessidade de ampliar os estudos ecológicos voltados para fungos em várzeas, para compreender melhor os padrões de diversidade neste tipo de ecossistema. Investigações futuras podem explorar com mais detalhes os fatores que influenciam a diversidade fúngica em ambientes de várzeas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela infraestrutura e pelo apoio oferecido para a realização deste trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela bolsa de Mestrado no programa de pós-graduação em Botânica Tropical/MPEG/UFRA concedida ao autor. “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”. "This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001".

Referências

- ANANDA, K., & SRIDHAR, K. R. 2004. Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf and woody litter of mangrove forests in the southwest coast of India. *Current science*, 1431-1437.
- ALTAF, S., BISHT, S., JALAL, R., & KAUR, J. 2022. Diversity and seasonal variation of aquatic hyphomycetes in Nandhaur wildlife sanctuary, Uttarakhand, India. *Res J Agric Sci Int J*, 13, 594-600.
- ALMEIDA, E.J., LUIZÃO, F. AND RODRIGUES, D.D.J., 2015. Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. *Acta Amazonica*, 45(2), pp.157-166.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. 2004. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. *Acta Amazonica*, v. 34, n. 4, p. 513-524.

ALVES, I.C.C. 2010. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica do sistema flúvio-estuarino do rio Arari (Ilha de Marajó-Pa). 86 f. *Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica)* – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.

BARBOSA, F.R., RAJA, H.A., SHEARER, C.A., GUSMÃO, L.F.P. 2013. Some freshwater fungi from the Brazilian semi-arid region, including two new species of hyphomycetes. *Cryptogamie Mycologie*, 34(3), 243-258.

BASELGA, A.; ORME, C. D. L. 2012. betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 3, n. 5, p. 808-812.

BRASIL, M.C. 1999. Marajó: em busca da sobrevivência. *Textos IESAM*, Belém, Pará, p. 80. (n. 7).

BELÚCIO, L. F.; SOUZA, R. A. L.; FERREIRA, C. P.; SILVA, S. B. 2018. Várzeas amazônicas: heterogêneas, complexas e dinâmicas. *In: SOUZA, R. A. L. ed. Ecossistemas Aquáticos: Tópicos Especiais. Edufra*, Belém, p. 19-81.

CASTAÑEDA-RUIZ, R.F.; HEREDIA, G.; GUSMÃO, L.F.P.; LI, D.W. 2016. Fungal diversity of Central and South America. *In: Li, D.W. (Ed.) Biology of Microfungi. Springer International Publishing*, Switzerland, p. 197-217.

CASTRO, C.C., HERNÁNDEZ, A.G., SOTÃO, H.M.P. 2012. Fungos conidiais em *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro) na Ilha do Combu, Pará-Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26(4), 761-771.

CHUASEEHARONNACHAI, C., YAMAGUCHI, K., SRI-INDRASUTDHIA, V., SOMRITHIPOL, S., OKANEC, I., NAKAGIRID, A., & BOONYUEN, N. 2013. Diversity of aero-aquatic hyphomycetes from six streams in Doi Inthanon and Khao Yai tropical forests, Thailand. *Cryptogamie, Mycologie*, 34(2), 183-197.

CONWAY, J. R.; LEX, A. 2017.; Gehlenborg, N. UpSetR: an R package for the visualization of intersecting sets and their properties. *Bioinformatics*, v. 33, n. 18, p. 2938–2940,

- COUTURIER M, NAVARRO D, FAVEL A, HAON M, LECHAT C, LESAGE-MEESSEN L, et al. 2016. Fungal secretomics of ascomycete fungi for biotechnological applications. *Mycosphere* 7(10): 1546- 1553
- DAVIDSON, EA, ARAÚJO, AC, ARTAXO, P., & BALCH, JK 2012. A bacia amazônica em transição. *Natureza*, 481(7381), 321-328.
- DE LIMA, A. M. M., DE OLIVEIRA, L. L., FONTINHAS, R. L., & DA SILVA LIMA, R. J. 2005. Ilha do Marajó: revisão histórica, hidroclimatologia, bacias hidrográficas e propostas de gestão. *Holos environment*, v. 5, n. 1, p. 65-80.
- DONG W, WANG B, HYDE, KD, MCKENZIE EH, RAJA, HA., TANAKA K, ZHANG H. 2020. Freshwater Dothideomycetes. *Fungal Diversity* 105(1):319–575.
- ELLIS, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. *Kew: Commonwealth Mycological Institute*, 608 p.
- ELLIS, M. B. 1976. More dematiaceous Hyphomycetes. *Kew: Commonwealth Mycological Institute*, Surrey, England, 507 p.
- FIUZA, P. O., DE PAIVA OTTONI-BOLDRINI, B. M., MONTEIRO, J. S., CATENA, N. R., HAMADA, N., & GUSMÃO, L. F. P. 2015. First records of Ingoldian fungi from the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Botany*, 38, 615-621.
- FIUZA PO, COSTA LA, MEDEIROS AO GULIS V, GUSMÃO LFP, 2019. Diversity of freshwater hyphomycetes associated with leaf litter of *Calophyllum brasiliense* in streams of the semiarid region of Brazil. *Mycological Progress* 18(7): 907–92.
- GAMA, J. R. V., SOUZA, A. L. D., MARTINS, S. V., & SOUZA, D. R. D. (2005). Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. *Revista Árvore*, 29, 607-616.
- GOH, T.K. 1997. Tropical Freshwater Hyphomycetes. In: Hyde, K.D. (ed.) Biodiversity of Tropical Microfungi. Hong Kong, *Hong Kong University Press*, pp. 189-227
- JONES, E.B.G. 2006. Form and function of fungal spore appendages. *Mycoscience* 47, 167-183.

GODINHO, T.O.; CALDEIRA, M.V.W.; CALIMAN, J.P.; PREZOTTI, L.C.; WATZLAWICK, L.F.; AZEVEDO, H.C.A.; ROCHA, J.H.T. 2013. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trechos de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. *Scientia Forestalis*, v. 41, n. 97, p. 131-144.

HYDE KD, FRYAR S, TIAN Q, BAHKALI AH, XU JC. 2016. Lignicolous freshwater fungi along a north-south latitudinal gradient in the Asian/Australian region; can we predict the impact of global warming on biodiversity and function? *Fungal Ecol* 19:190–200

JUNK, W. J., PIEDADE, M. T. F., SCHÖNGART, J., & WITTMANN, F. 2012. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains. *Wetlands Ecology and Management*, 20, 461-475.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; SAINT-PAUL, U. THE FISH. IN: JUNK, W. J. (ED.). 1997. The Central Amazon Floodplain: *Ecology of a Pulsing System*. Berlin: Springer, p. 385–408.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L 2012. *Numerical ecology*. 3. ed. [S.l.]: Elsevier,

LODGE, D. J., & CANTRELL, S. (1995). Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. *Canadian Journal of botany*, 73(S1), 1391-1398.

LUO ZL, BHAT DJ, JEEWON R, BOONMEE S, BAO DF, ZHAO YC, et al. 2017. Molecular phylogeny and morphological characterization of asexual fungi (Tubeufiaceae) from freshwater habitats in Yunnan, China. *Cryptogam Mycol* 38:27–53

MATSUSHIMA, T. 1975. Icones Microfungorum a Matsushima Lectorum. *Published by the author*, Kobe,

MERCADO, A.; HOLUBOVÁ-JECHOVÁ, V.; MENA PORTALES, J. 1997. Hifomicetes dematiáceos de Cuba: enteroblásticos. *Museo Regionale di Scienze Naturali*. Torino.

MELO M, ARAUJO ACV, CHOGI MAN AND DUARTE ICS. 2018. Cellulolytic and lipolytic fungi isolated from soil and leaf litter samples from the Cerrado (Brazilian Savanna). *Rev Biol Trop* 66(1): 237-245.

MONTEIRO, J. S., SARMENTO, P. S., & SOTAO, H. M. 2019. Saprobic conidial fungi associated with palm leaf litter in eastern Amazon, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91, e20180545.

NASCIMENTO, E. G. R. D., BARBOSA, M. A., TAVARES, W. L., & MALOSSO, E. 2021. Diversidade de hifomicetos em folheto submerso em duas áreas de Mata Atlântica no nordeste do Brasil com comentários sobre a qualidade da água. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 33, e30.

LEX, A.; GEHLENBORG, N.; STROBELT, H.; VUILLEMOT, R.; PFISTER, H. 2014. UpSet: Visualization of Intersecting Sets. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, v. 20, n. 12, p. 1983–1992,

LU, YZ., LIU, JK., HYDE, K.D. et al. 2018. A taxonomic reassessment of Tubeufiales based on multi-locus phylogeny and morphology. *Fungal Diversity* 92, 131–344.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; ET AL. 2020. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7.

PINEDO-VASQUEZ, M., ZARIN, D. J., COFFEY, K., PADOCH, C., & RABELO, F. 2001. Post-Boom Logging In Amazonia. *Human Ecology*, 29, 219-239.

RAJA, H.A., STCHIGEL, A.M., MILLER, A.N., CRANE, J.L., SHEARER, C.A. 2007. Hyphomycetes from the Great Smoky Mountains National Park, including three new species. *Fungal Diversity* 26, 271-286.

RAJA, H.A., SCHMIT, J.P., SHEARER, C.A. 2009. Latitudinal, habitat and substrate distribution patterns of freshwater ascomycetes in the Florida peninsula. *Biodiversity and Conservation* 18, 419-455.

SALES, M.A., GONÇALVES, J.F.Jr., DAHORA, J.S. & MEDEIROS, A.O. 2014. Influence of leaf quality in microbial decomposition in a headwater stream in the Brazilian Cerrado: a 1-year study. *Microbial Ecology* DOI 10.1007/s00248-014-0467-5.

SANPERA-CALBET, I., LECERF, A. & CHAUVET, E. 2009. Leaf diversity influences instream litter decomposition through effects on shredders. *Freshwater Biology* 54: 1671-1682.

SANTA IZABEL TS AND GUSMÃO LFP. 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.

SHEARER, C.A., DESCALS, E., KOHLMAYER, B., KOHLMAYER, J., MARVANOVÁ, L., PADGETT, et al. 2007. Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity and Conservation* 16, 49-67.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H., & GRANDI, R. A. P. 2003. A diversidade dos Hyphomycetes aquáticos nas águas continentais da América do Sul. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34, 183-193.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. 2011. The genera of hyphomycetes. CBS-KNAW *Fungal Biodiversity Centre*, Netherlands nº 9, p. 1-997.

SILVA, C.J.D., SANCHES, L., BLEICH, M.E., LOBO, F.D.A. AND NOGUEIRA, J.D.S., 2007. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de transição Amazônia-Cerrado do centro-oeste brasileiro. *Acta Amazonica*, 37, pp.543-548.

SILVA, D. F. D., NASCIMENTO, E. G. D., ZAPPI, D. C., & BARBERENA, F. F. V. A. 2024. Confirmação da presença de *Epidendrum purpureocaulis* (Orchidaceae) no Brasil e ampliação de sua distribuição geográfica para o Estado do Pará. *Hoehnea*, 51, e1082023.

SILVA, S. S. D., IZABEL, T. D. S. S., & GUSMÃO, L. F. P. 2014. Fungos conidiais associados a substratos vegetais submersos em algumas áreas do bioma Caatinga. *Rodriguésia*, 65, 527-538.

UNGER, IM , KENNEDY, AC , & MUZIKA, RM 2009. Efeitos de inundações em comunidades microbianas do solo. *Applied Soil Ecology*, 42, 1–8.

WIJAYAWARDENE NN, HYDE KD, AL-ANI LKT, TEDERSOO L, HAELEWATERS D., et al. 2020. Outline of Fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere* 11(1):1060– 1456.

YAMAGUCHI, K. 2023. Recent studies on aero-aquatic fungi, with special reference to diversity of conidial morphology and convergent evolution. *Mycoscience*, 64(5), 128-135.

Capítulo 3

Uma nova espécie de *Deighthoniella* da Amazônia marajoara, Brasil

Resumo: Durante expedições realizados em áreas de várzeas na Ilha de Marajó, um novo fungo pertencente ao gênero *Deighthoniella* foi encontrado e é descrito no presente trabalho. Essa é a segunda espécie descrita no território brasileiro e o primeiro no bioma amazônico.

Palavras-chave: Hifomicetos, Ilha de Marajó, Taxonomia, Várzeas

Abstract: During expeditions to floodplain areas on the island of Marajó, a new fungus belonging to the genus *Deighthoniella* was found and is described in this paper. This is the second species described in Brazil and the first in the Amazon biome.

Keywords: Floodplains, Hyphomycetes, Marajó Island, Taxonomy

Introdução

Deighthoniella foi estabelecido por Hughes (1952) com a descrição de duas espécies, *D. africana* S. Hughes (espécie-tipo) e *D. arundinacea* (Corda) S. Hughes. Posteriormente, Ellis (1957, 1971, 1976) adicionou novas espécies e forneceu uma revisão taxonômica abrangente. Este gênero se caracteriza pela presença de conídios obpiriformes ou obclavados, frequentemente septados, com superfície lisa, rugosa ou verrucosa, e coloração que varia de castanho claro a escuro, apresentando células conidiogênicas com extensões percorrentes resultando em anelações distintas que são diagnósticas do gênero (BARBOSA *et al.*, 2007). Contudo, outras espécies descritas após Ellis (1976) ampliaram a circunscrição do gênero, tornando-o heterogêneo com conídios distoseptados e euseptados (BARBOSA *et al.*, 2007).

Após análises moleculares, algumas espécies anteriormente classificadas como pertencentes a *Deighthoniella* foram transferidas para outros gêneros, como *Bahusaganda* Subram., *Corynespora* Güssow e *Utrechtiana* Crous & Quaedvl. (CROUS *et al.*, 2013; MARIN-FELIX *et al.*, 2019; VIDEIRA *et al.*, 2017). Das 14 espécies atualmente aceitas, apenas *D. rugosa* F.R. Barbosa, Gusmão & R.F. Castañeda ocorre no Brasil, registrada na região do semiárido. Além disso, algumas espécies de *Deighthoniella* são amplamente

reconhecidas por seu potencial fitopatogênicos, causando doenças em plantas hospedeiras e afetando sistemas agrícolas e florestais, especialmente em regiões tropicais e subtropicais.

Durante uma pesquisa sobre hifomicetos aquáticos em áreas de várzeas na Ilha de Marajó, um fungo interessante foi encontrado e, por mostrar similaridades com *Deightoniella*, foi descrito como uma nova espécie para o gênero.

Metodologia

Amostras de galhos em decomposição submersas foram coletadas no período de abril de 2024 na Vila de Bacuri, localizada no município de Cachoeira do Arari, estado do Pará. Os substratos foram submetidos à técnica de lavagem em água corrente (modificada de CASTAÑEDA-RUIZ *et al.*, 2016). Após a lavagem, as amostras foram mantidas em câmaras úmidas e após 72 horas, o material incubado foi observado diariamente com auxílio de um estereomicroscópio por até 45 dias. As estruturas reprodutivas do fungo foram montadas em lâminas semipermanentes com lactoglicerol (NEERGAARD *et al.*, 2000). Os espécimes foram identificados através da observação de suas estruturas reprodutivas em microscópio óptico e de comparação com a literatura especializada (ELLIS, 1976; BARBOSA *et al.*, 2007). Fotomicrografias do fungo foram obtidas com microscópio Leica DM6B equipado com câmera digital. As amostras secas e as lâminas do fungo foram depositadas no Herbário João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

Resultados

Tratamento taxonômico

***Deightoniella* sp. nov. E.G. Nascimento & J.S. Monteiro, Figura 1.**

Diagnose: *Deightoniella* sp. nov. difere de *D. rosarienses* por apresentar conídios obovoides, elipsoides ou levemente clavados, com ápice arredondado.

Forma assexual: Hifomicetos. Colônias no substrato natural efusas, pilosas, castanho-escuras. Micélio principalmente imerso no substrato, composto de hifas septadas, ramificadas, lisas, castanhas. Conidióforos macronematosos, mononematosos, eretos, retos ou levemente flexuosos, simples, cilíndricos, 3–10 septados, nodosos, lisos, castanhos a castanhos escuros, $90\text{--}157,5 \times 5\text{--}7,5 \mu\text{m}$. Células conidiogênicas monoblásticas, integradas, terminais, indeterminadas, cilíndricos a levemente doliformes, com 1–5 extensões percorrentes, $5\text{--}7,5$

μm de largura. Secessão conidial esquizolítica. Conídios acrógenos, solitários, secos, obovoide, elipsoide ou levemente clavado, arredondado no ápice, 3–6-distoseptados, 1-septado na base, lisos, castanho dourados, $20\text{--}35 \times 7,5\text{--}12,5 \mu\text{m}$; célula basal cônica, truncada, levemente mais escura do que as outras células do conídio. Forma sexual: indeterminada.

Tipo: Brasil, Pará, Cachoeira do Arari, Vila de Bacuri, $1^{\circ}00'44''\text{S}$ – $48^{\circ}40'50''\text{W}$, em galhos em decomposição submersos de planta não identificada, 26 abril de 2024, Coletores E.G Nascimento & D.S. Silva (Holótipo MG).

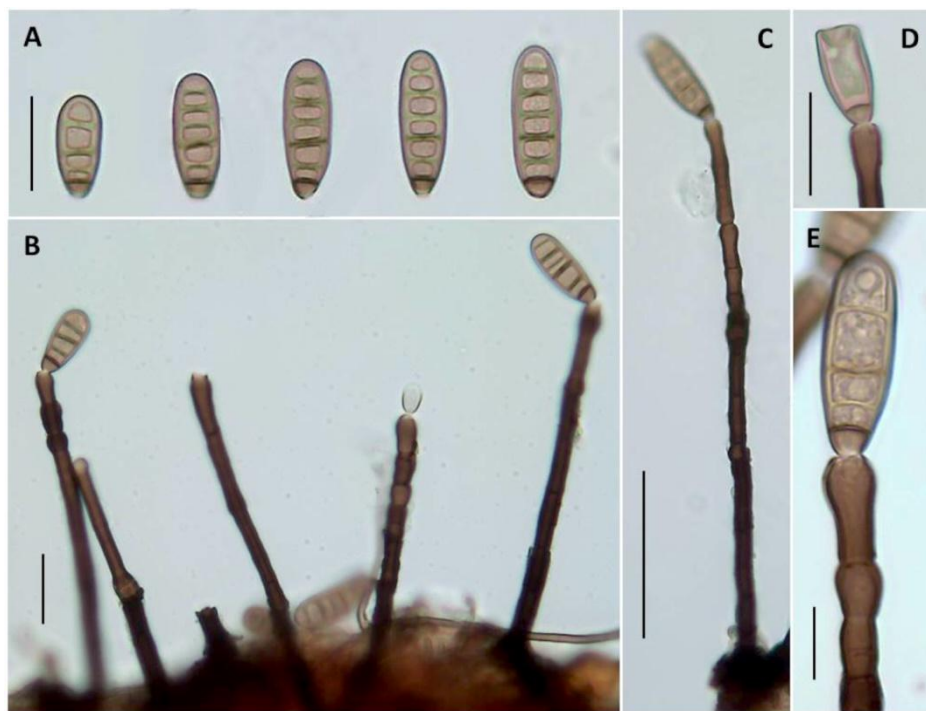


Figura 1. *Deightoniella* sp. nov. A. Conídios; B. Conidióforos e conídios; C. Detalhe do conidióforo; D. Conídio em formação, preso à célula conidiogênica; E. Detalhe da célula conidiogênica com conídio aderido. Escala: E= $10 \mu\text{m}$, A–B, D= $20 \mu\text{m}$, C= $50 \mu\text{m}$.

Notas: *Deightoniella* sp. nov. pode ser comparada a *D. rosariensis* Mercado quanto ao número de distoseptos e à percorência da célula conidiogênica. No entanto, *D. rosariensis* apresenta conídios maiores ($25\text{--}49 \times 7,8\text{--}13,7 \mu\text{m}$ vs. $20\text{--}35 \times 7,5\text{--}12,5 \mu\text{m}$), predominantemente obclaviformes e frequentemente rostrados. Em *Deightoniella* sp. nov. os conídios são obovoides, elipsoides ou levemente clavados, com ápice arredondado. A espécie brasileira *D. rugosa* difere de *Deightoniella* sp. nov. por apresentar conídios euseptados, com o ápice umbonado e levemente menores ($20\text{--}23 \times 11,5\text{--}13 \mu\text{m}$) (BARBOSA *et al.* 2007).

Embora espécies de *Deighтониella* sejam frequentemente relatadas como causador de manchas foliares, o material coletado no Marajó foi encontrado em galho em decomposição submerso, representando também o primeiro registro de um representante desse gênero em ambiente aquático.

Agradecimentos

Agradecemos ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pela infraestrutura e pelo apoio oferecido para a realização deste trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela bolsa de Mestrado no programa de pós-graduação em Botânica Tropical/MPEG/UFRA concedida ao autor. “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”. "This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001".

Referências

- CASTAÑEDA-RUIZ, R.F.; HEREDIA, G.; GUSMÃO, L.F.P.; LI, D.W. 2016. Fungal diversity of Central and South America. *In*: Li, D.W. (Ed.) *Biology of Microfungi*. Springer International Publishing, Switzerland, p. 197-217.
- BARBOSA, F. R., GUSMÃO, L. F. P., CASTAÑEDA-RUIZ, R. F., MARQUES, M. F. O., & MAIA, L. C. 2007. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. New species *Deighтониella rugosa* & *Diplocladiella cornitumida* with new records for the neotropics. *Mycotaxon*, 102, 39-49.
- ELLIS MB. 1957. Some species of *Deighтониella*. *Mycol. Pap.* 66: 1–12.
- ELLIS MB. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. *Commonwealth Mycological Institute*, Kew, Surrey.

- ELLIS MB. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. *Commonwealth Mycological Institute*, Kew, Surrey.
- CROUS, P. W., WINGFIELD, M. J., GUARRO, J., CHEEWANGKON, R., VAN DER BANK, M., SWART, W. J., ... & GROENEWALD, J. Z. 2013. Fungal Planet description sheets: 154–213. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 31(1), 188-296.
- HUGHES SJ. 1952. Fungi from the Gold Coast I. *Mycol. Pap.* 48: 1–91
- MARIN-FELIX, Y., HERNÁNDEZ-RESTREPO, M., WINGFIELD, M. J., AKULOV, A., CARNEGIE, A. J., CHEEWANGKON, R. & CROUS, P. W. 2019. Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 2. *Studies in mycology*, 92, 47-133.
- MERCADO SIERRA A. 1984. Nuevas especies de *Deightoniella*, *Phaeoisaria*, *Sporidesmium*, y *Taeniolella* (Hyphomycetes) de Cuba. *Acta Bot. Cub.* 21: 1–10
- NEERGAARD, E.; LYSHEDE, O.B.; GAHOONIA, T.S.; CARE, D.; HOOKER, J.E. 2000. Anatomy and histology of roots and root-soil boundary. In: SMIT, A.L., BENGOUGH, A.G., ENGELS, C., NOORDWIJK, M., PELLERIN, S. & GEIJN, S.C. (Eds.). *Root Methods: A Handbook*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 33–73
- VIDEIRA, S. I. R., GROENEWALD, J. Z., NAKASHIMA, C., BRAUN, U., BARRETO, R. W., DE WIT, P. J., & CROUS, P. W. 2017. Mycosphaerellaceae—chaos or clarity?. *Studies in mycology*, 87, 257-421.

Capítulo 4 – Manuscrito submetido para *Acta Amazonica*

New records of *Arachnophora combuensis* and *Magnopulchromyces scorpiophorus* (Ascomycota) from floodplain areas of the east coast of Marajó Island, Brazil

Abstract

During an investigation of asexual ascomycetes in floodplain areas of the east coast of Marajó Island, two rare fungi were recorded. *Arachnophora combuensis* is being reported here for the second time ten years after its description and *Magnopulchromyces scorpiophorus* is being reported for the first time from the Amazon biome and for the second time after its description. Morphological descriptions, illustrations and taxonomic comments of the two species and a synopsis of the *Arachnophora* species recorded in Brazil are provided. This work expands the geographic distribution of *A. combuensis* and *M. scorpiophorus* in the Amazon, adding new fungi to the Funga of Marajó Island.

Key words: Freshwater, hyphomycetes, microfungi, saprobe, taxonomy

Novos registros de *Arachnophora combuensis* e *Magnopulchromyces scorpiophorus* (Ascomycota) em áreas de várzeas da costa leste da Ilha de Marajó, Brasil

Resumo

Durante uma investigação de ascomicetos assexuais em áreas de várzeas da costa leste da Ilha de Marajó, dois fungos raros foram registrados. *Arachnophora combuensis* é relatado pela segunda vez dez anos após sua descrição, enquanto *Magnopulchromyces scorpiophorus* é relatado pela primeira vez no Bioma Amazônia e pela segunda vez após sua descrição. Descrições morfológicas, ilustrações e comentários taxonômicos são fornecidos para essas duas espécies, além de uma sinopse das espécies de *Arachnophora* registradas no Brasil. Esse

trabalho expande a distribuição geográfica de *A. combuensis* e *M. scorpiophorus* na Amazônia, acrescentando novos fungos para a Funga da Ilha de Marajó.

Palavras-chave: Água doce, hifomicetos, microfungos, sapróbios, taxonomia

Marajó Island, located in the North region of Brazil, is the largest fluviomarine island in the world, located at the encounter of the waters of the Amazon River with the Atlantic Ocean. Its east coast has a vast domain of floodable lowlands with lake formations of different dimensions. In this region, there are formations of hydrophilic floodplain fields – the so-called “Campos do Marajó” (João et al. 2013). Despite the variety of aquatic environments, there is no information about their mycobiota.

Asexual ascomycetes are present in freshwater ecosystems. These fungi are characterized by the production of conidia of mitotic origin and can have their entire life cycle or part of it in the aquatic environment and sporulate below or above water (Gulis and Bärlocher 2017). These fungi colonize various types of submerged plant substrates, participating in nutrient cycling and altering the palatability of organic matter for organisms of other trophic levels (Kuehn 2016).

There are several knowledge gaps in the taxonomy and geographical distribution of ascomycetes in aquatic ecosystems of Brazil, with more information available for the Caatinga and Atlantic Forest biomes (Almeida et al. 2012; Fiuza and Gusmão 2013). Although few in number, the studies developed in the Brazilian Amazon in the last decade represent important contributions with descriptions of new records, genera and species (Monteiro and Gusmão 2013; Fiuza et al. 2015; Krause et al. 2020).

During expeditions carried out in floodplain areas on the east coast of Marajó Island for the investigation of asexual ascomycetes in submerged litter, we recorded the fungi *Arachnophora combuensis* J.S. Monteiro, R.F. Castañeda & Gusmão and

Magnopulchromyces scorpiophorus L.B. Conc., Gusmão & R.F. Castañeda. These species are being recorded here for the second time after the description of the type. In this work, descriptions, illustrations and taxonomic comments of the specimens found are provided as well as a synopsis with the main characteristics of the *Arachnophora* species recorded in Brazil.

Expeditions in floodplain areas were carried out in July 2023 and January 2024 in the municipality of Cachoeira do Arari, Marajó Island, Pará (Figure 1). Decaying branches and leaves were collected and processed following the washing technique in running water (modified from Castañeda-Ruiz et al. 2016). After washing, the substrates were placed in moist chambers inside Petri dishes lined with filter paper and stored in expanded polystyrene boxes with 500 ml of water and 10 ml of glycerin, at room temperature. The substrates were observed periodically under a stereomicroscope for 45 days. Semi-permanent slides of the specimens were prepared with lactoglycerol. Reproductive structures were observed, measured and photographed with an optical microscope (Leica DM6B) equipped with a digital camera. Identification was performed based on keys and descriptions in the specialized literature. Semi-permanent slides and samples of *A. combuensis* and *M. scorpiophorus* on dry substrates were deposited at the Herbarium João Murça Pires (MG) of the Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

***Arachnophora combuensis* J.S. Monteiro, R.F. Castañeda & Gusmão, Mycotaxon 128: 128 (2014) (Figure 2)**

Conidiophores macronematous, mononematous, single, simple, erect, straight or slightly flexuous, cylindrical, 3–4-septate, smooth, brown, $87.5\text{--}225 \times 5\text{--}7.5 \mu\text{m}$. Conidiogenous cells monoblastic, integrated, terminal, cylindrical, rounded apex, with percurrent extensions, smooth, pale brown, $12.5\text{--}22.5 \times 5 \mu\text{m}$. Conidial secession rhexolytic. Conidia acrogenous,

solitary, staurosporous, $42\text{--}50(\text{--}60) \times 13\text{--}16\text{ }\mu\text{m}$, composed of a conical basal cell, smooth, pale brown, $7\text{--}14 \times 5\text{--}11\text{ }\mu\text{m}$, with a tapering base bearing remains of the conidiogenous cells, $2\text{--}3\text{ }\mu\text{m}$ wide; $1\text{--}2(\text{--}3)$ central cells, smooth, dark brown, $10\text{--}12.5 \times 12.5\text{--}15\text{ }\mu\text{m}$; $1\text{--}3(\text{--}4)$ conical arms, 1-septate, $12.5\text{--}15 \times 5\text{--}7.5\text{ }\mu\text{m}$, with a pale brown basal cell, $5\text{--}9 \times 2.5\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$, and a pale brown distal cell, $7.5\text{--}10 \times 2.5\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$. Synanamorph *Selenosporella*-like was not observed.

Examined material: Brazil, Pará, Marajó Island, Cachoeira do Arari, Vila de Camará, $0^{\circ}53'54''\text{S}\text{--}48^{\circ}39'53''\text{W}$, on submerged wood, 15/I/2024, E.G. Nascimento 04, (MG 249963).

Habitat: saprobes occurring on submerged decaying branches.

Known distribution: Brazil, Pará (Combu Island – Monteiro et al. 2014 and Marajó Island – this study) (Figure 1).

Comments: Hennebert (1963) described *Arachnophora* with *A. fagicola* Hennebert as the type species. Currently, the genus includes eleven species, three of which occur in Brazil (Table 1) and are characterized by monoblastic and percurrent conidiogenous cells that produce staurosporous conidia with dark central cells and lighter and curved septate branches (Leão-Ferreira et al. 2013). The specimen of *A. combuensis* from Marajó Island has similar dimensions to the type specimen of the species (Monteiro et al. 2014), only with slightly smaller and wider conidia [$37\text{--}45(\text{--}50) \times 20\text{--}23\text{ }\mu\text{m}$ vs. $42\text{--}50(\text{--}60) \times 13\text{--}16\text{ }\mu\text{m}$]. In Brazil, three species of this genus have already been recorded in the Amazon (Pará) and Caatinga (Bahia, Piauí) biomes (Table 1). This study presents the second record of the species ten years after its description (Monteiro et al. 2014).

***Magnopulchromyces scorpiophorus* L.B. Conc., Gusmão & R.F. Castañeda, Fungal Diversity 104(1): 23 (2020)** (Figure 2)

Conidiophores macronematous, mononematous, erect, scorpioid-unilateral branched, septate, smooth, brown, paler toward the apex, up to $27.5\text{--}142.5 \times 5\text{--}7.5 \mu\text{m}$. Conidiogenous cells monoblastic, cuneiform, sub-doliiform, intercalary and terminal, smooth, pale brown. Conidial secession schizolytic. Conidia acropleurogenous, complex, lenticular, stellate or irregular staurospore, smooth, versicolor, $25\text{--}35 \times 20\text{--}27.5 \mu\text{m}$, multicellular, composed of: (i) central primary cell, dark brown, $10\text{--}15 \times 10\text{--}12.5 \mu\text{m}$; (ii) 1–4 secondary cells brown to dark brown, $5\text{--}7 \times 7.5\text{--}10 \mu\text{m}$, lateral, radial or cruciate arranged beside or surrounding the primary cells; (iii) 3–8 tertiary cells pale brown, $2.5\text{--}7.5 \times 5\text{--}7.5 \mu\text{m}$, beside the secondary cells; (iv) 6–13 satellite cell conical, trapezoid, mammiform or hemispherical, straight or slightly curved, greyish brown or very pale brown, $2.5\text{--}5 \times 5\text{--}7.5 \mu\text{m}$.

Examined material: Brazil, Pará, Marajó Island, Cachoeira do Arari, Vila de Caracará, $1^{\circ}05'04''\text{S}\text{--}48^{\circ}45'36''\text{W}$, on submerged wood, 14 Jul 2023, E.G Nascimento & D.S. Silva 02 (MG 249961); *idem*, E.G Nascimento 03 (MG 249962).

Habitat: saprobes occurring in submerged decaying branches and leaves.

Known distribution: Brazil, Pará (Marajó Island – this study) and Bahia (Serra da Fumaça – Yuan et al. 2020) (Figure 1).

Comments: *Magnopulchromyces* L.B. Conc., Gusmão & R.F. Castañeda is a monotypic genus described to accommodate the type species *M. scorpiophorus* collected on decaying leaves in Bahia (Yuan et al. 2020). *Magnopulchromyces* resembles the genera *Turturconchata* J.L. Chen, T.L. Huang & Tzean and *Venustisporium* R.F. Castañeda & Iturr. However, *Turturconchata* has isolated or clustered conidiophores, curved to spirals, and conidia without a protruding eccentric pedicel (Chen et al. 1999), and *Venustisporium* is distinguished by the presence of sporodochia and conidia with needle-like or horn-like projections (Castañeda-Ruiz and Iturriaga 1999). The specimen from Marajó Island agrees with the description of the holotype, diverging only in the width of the conidia ($25\text{--}35 \times 20\text{--}27.5 \mu\text{m}$ vs. $25\text{--}35 \times 24\text{--}31$

µm). In this study, *M. scorpiophorus* represents the second record of the species after its description and a new record from the Amazon biome, expanding its occurrence to Amazonian aquatic environments and lignicolous substrates.

This study contributed to expanding the geographic distribution of *A. combuensis* and *M. scorpiophorus*, two fungi with few available records. Our data highlight the need to increase collection efforts in aquatic environments of the Brazilian Amazon, particularly in less explored areas such as Marajó Island.

Acknowledgments

We thank the Federal Rural University of the Amazon and the Emílio Goeldi Museum of Pará for the infrastructure supplied. This study was supported by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) – financing code 001.

References

- Almeida, D.A.C.; Barbosa, F.R.; Gusmão, L.F.P. 2012. Alguns fungos conidiais aquáticos-facultativos do bioma Caatinga. *Acta Botanica Brasílica* 26: 924–932.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Iturriaga, T. 1999. *Venustusporium*, a new genus of hyphomycetes from Venezuela. *Mycotaxon* 122: 455–459.
- Castañeda-Ruiz, R.F.; Heredia, G.; Gusmão, L.F.P.; Li, D.W. 2016. Fungal diversity of Central and South America. In: Li, D.W. (Ed.). *Biology of Microfungi*. Springer International Publishing, Switzerland. p. 197–217.
- Chen, J.L.; Huang, T.L.; Tzean, S.S. 1999. *Turturconchata*, a new genus of hyphomycetes from Taiwan. *Mycological Research* 103: 830–832.
- CRIA. 2024. SpeciesLink. (<http://splink.cria.org.br>). Accessed on 20 Aug 2024.

- Fiuza, P.O.; Gusmão, L.F.P. 2013. Ingoldian fungi from semiarid Caatinga biome of Brazil. The genus *Campylospora*. *Mycosphere* 4: 559–565.
- Fiuza, P.O.; Ottoni-Boldrini, B.M.P.; Monteiro, J.S.; Catena, N.R.; Hamada, N.; Gusmão, L.F.P. 2015. First records of Ingoldian fungi from the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Botany* 38: 615–621.
- Gulis, V.; Bärlocher, F. 2017. Fungi: biomass, production, and community structure. In: Hauer, F.R.; Lamberti, G.A. (Eds). *Methods in Stream Ecology - Ecosystem Structure*. Academic Press, San Diego. p. 177–192.
- Hennebert, G.L. 1963. Un hyphomycète nouveau *Arachnophora fagicola* gen. nov. spec. nov. *Canadian Journal of Botany* 41: 1165–1169.
- João, X.D.S.J.; Teixeira, S.G.; Fonseca, D.D.F. 2013. *Geodiversidade do estado do Pará*. PRM, Belém. 256p.
- Krause, L.M.; Fiuza, P.O.; Barbosa, F.R. 2020. *Xylomyces* (Aliquandostipitaceae, Jahnulales) freshwater hyphomycetes from the Brazilian Amazon. *Nova Hedwigia* 111: 187–197.
- Kuehn, K.A. 2016. Lentic and lotic habitats as templets for fungal communities: traits, adaptations, and their significance to litter decomposition within freshwater ecosystems. *Fungal Ecology* 19:135–154.
- Leão-Ferreira, S.M.; Gusmão, L.F.P.; Castañeda-Ruiz, R.F. 2013. Conidial fungi from the semi-arid Caatinga biome of Brazil. Three new species and new records. *Nova Hedwigia* 96: 479–494.
- Monteiro, J.S.; Gusmão, L.F.P. 2013. An emendation of *Fusticeps* and two new species from the Brazilian Amazon Forest. *Mycotaxon* 123: 431–437.
- Monteiro, J.S.; Gusmão, L.F.P.; Castañeda-Ruiz, R.F. 2014. A new species of *Arachnophora* from submerged wood in the Amazon rainforest, Brazil. *Mycotaxon* 128: 127–130.

Yuan, H.S.; Lu, X.; Dai, Y.C.; Hyde, K.D.; Kan, Y.H.; Kušan, I.; et al. 2020. Fungal diversity notes 1277–1386: taxonomic and phylogenetic contributions to fungal taxa. *Fungal Diversity* 104: 1–266.

Table 1. Species of *Arachnophora* recorded in Brazil.

Species	Conidiophores (µm)	Conidia	Synanamorph	Distribution in Brazil
<i>Arachnophora combuensis</i> J.S. Monteiro, R.F. Castañeda & Gusmão	87.5–225 × 5–7.5	1–3-celled central body, 7–21 × 9–16 µm, 1–3(–4) conical arms, 1-septate, 12–30 × 5–11 µm.	Present	Pará (Monteiro et al. 2014; this study)
<i>Arachnophora fagicola</i> Hennebert	80–150 × 4–6	2-celled central body, 16–20 × 10–13 µm, each cell bearing several lateral protuberances, with one or more inwardly curved, claw- or spine-like.	Absent	Piauí (CRIA 2024)
<i>Arachnophora polybrachiata</i> S.M. Leão, R.F. Castañeda & Gusmão	23–50 × 2–4	2–3-celled central body, 12–21 × 16–23 µm, 9–14 conical arms, 0–1-septate, 7–10 × 4–7 µm.	Present	Bahia (Leão-Ferreira et al. 2013)

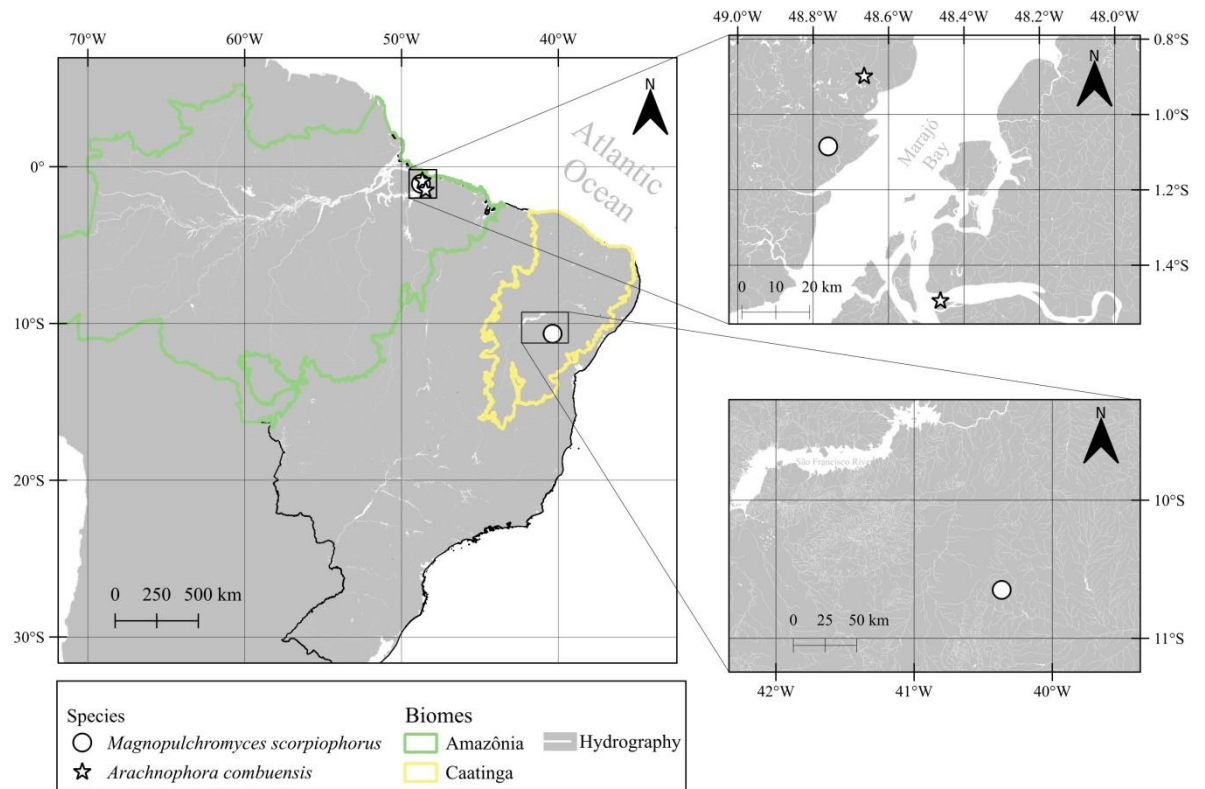


Figure 1. Geographical distribution of *Arachnophora combuensis* and *Magnopulchromyces scorpiophorus* in Brazil.

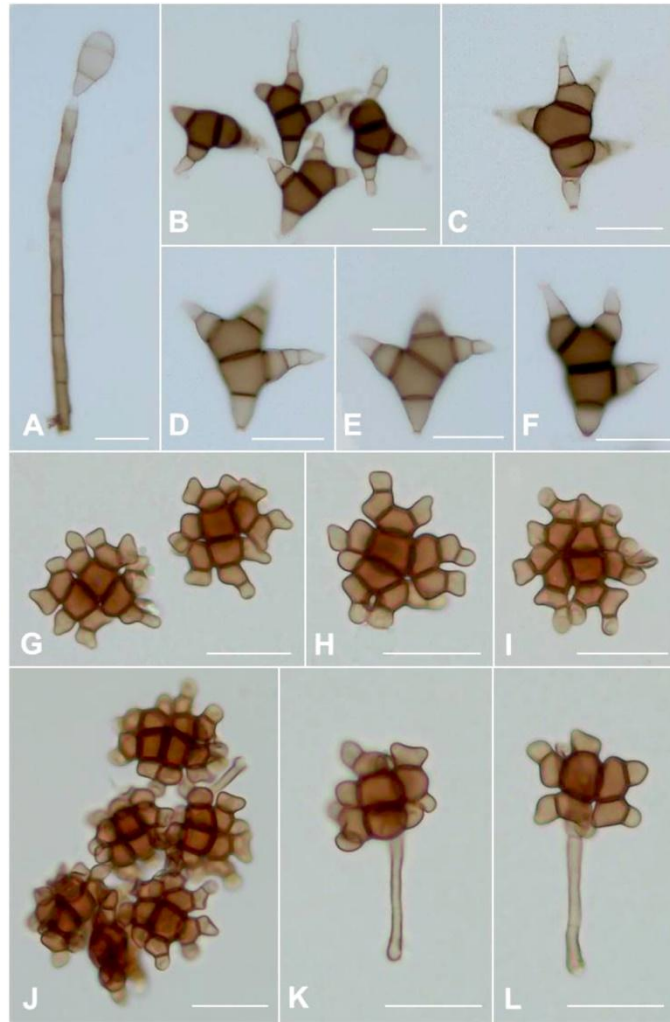


Figure 2. *Arachnophora combuensis*. A. Conidiophore with conidiogenous cell and conidia. B–F. Conidia. *Magnopulchromyces scorpiophorus*. G–J. Conidia. K–L. Conidiophores and conidia. Bars: A–L= 20 μm.

Considerações Finais

Este estudo contribuiu com informações sobre padrões de diversidade e distribuição de hifomicetos aquáticos nas várzeas da Ilha de Marajó e representa um importante passo no entendimento da funga da Amazônia. Além de ser o primeiro trabalho dessa magnitude na área, ele trouxe contribuições expressivas com a descrição de novos registros e de uma nova espécie, reforçando a singularidade e a riqueza desses ecossistemas. Os resultados destacaram que a diversidade de hifomicetos na Ilha de Marajó é moldada por fatores temporais, espaciais e relacionados ao substrato, com maior riqueza observada no período seco. Essa dinâmica reflete as interações entre as características hidrológicas, sazonais e a heterogeneidade ambiental das várzeas.

As análises evidenciaram que o *turnover* de espécies é o principal componente da beta diversidade, indicando a alta substituição de espécies entre substratos, localidades e períodos. Esse padrão ressalta a importância das várzeas para a diversidade fúngica, oferecendo uma variedade de micro-habitats para a colonização de hifomicetos aquáticos e promovendo processos ecológicos cruciais. Além disso, a riqueza registrada em galhos destaca a relevância desses substratos para a sustentação de comunidades fúngicas complexas.

Este trabalho também destaca a importância de estudos taxonômicos e ecológicos para a Amazônia. A descrição de novos registros e espécies amplia o conhecimento sobre a biodiversidade regional, contribuindo para o preenchimento de lacunas em um dos biomas mais biodiversos do planeta. Esses avanços são fundamentais não apenas para a compreensão da funga, mas também para fundamentar ações de conservação das várzeas amazônicas, que estão sob crescentes modificações devido ao desmatamento, à poluição e às mudanças climáticas.

Por fim, os dados apresentados reforçam a necessidade de ampliar a investigação científica em outras regiões do Marajó, com enfoque em estudos taxonômicos e ecológicos, que permitam compreender a complexidade das interações biológicas e os impactos das transformações ambientais sobre a diversidade fúngica.

Anexo 1

Tabela 1: Hifomicetos registrados em folhas e galhos em decomposição em quatro áreas da Ilha de Marajó. Jan=Janeiro, Apr= abril, Jul=Julho, Set= Setembro; L-= Folhas, B= Galhos, % = Frequência de ocorrência.

Classe/Ordem/Família/espécie	Bacuri								Camará								Caracará								Chipaiá								Total	%
	Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set			
	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B				
Agaricomycetes																																		
Cantharellales																																		
Botryobasidiaceae																																		
Haplotrichum sp.																																		
x																																		
10,27																																		
Hydnaceae																																		
Ingoldiella hamata																																		
x																																		
x																																		
20,53																																		
Dothideomycetes																																		
Aureoconidiellales																																		
Aureoconidiellaceae																																		
Aureoconidiella sp.																																		
x																																		
10,27																																		
Cladosporiales																																		
Cladosporiaceae																																		
Cladosporium sp. 1																																		
x																																		
x																																		
20,53																																		
Cladosporium sp. 2																																		
x																																		
10,27																																		
Cladosporium sp.3																																		
x																																		
x																																		
20,53																																		
Cladosporium sp. 4																																		
x																																		
10,27																																		
Cladosporium sp. 5																																		
x																																		
x																																		
20,53																																		
Jahnulales																																		
Aliquandostipitaceae																																		
Brachiosphaera tropicalis																																		
x																																		
x																																		
x																																		
30,80																																		
Xylomyces sp. 1																																		
x																																		
x																																		
41,06																																		
Xylomyces sp. 2																																		
x																																		
10,27																																		
Xylomyces sp. 3																																		
x																																		
x																																		
41,06																																		
Xylomyces sp. 4																																		
x																																		
10,27																																		

Classe/Ordem/Família/espécie	Bacuri								Camará								Caracará								Chipaiá								Total	%
	Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set			
	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B				
<i>Dinemasporium</i> sp. 2					x																											1	0,27	
<i>Exserticlava aquatica</i>																				x												1	0,27	
<i>Exserticlava vasiformis</i>																				x												1	0,27	
<i>Lomaantha brachypus</i>															x																	1	0,27	
<i>Menisporopsis</i> sp.	x								x																							2	0,53	
<i>Paragaeumannomyces</i> sp.												x										x										2	0,53	
<i>Pseudolachnea</i> sp.																				x												1	0,27	
<i>Thozetella cristata</i>																				x												1	0,27	
<i>Thozetella</i> sp. 1																x																1	0,27	
<i>Thozetella</i> sp. 2																												x				1	0,27	
<i>Thozetella</i> sp. 3															x																	1	0,27	
<i>Thozetella ypsiloidea</i>														x																		1	0,27	
<i>Zanclospora</i> sp.				x													x															2	0,53	
Helminthosphaeriaceae																																		
<i>Selenosporella</i> sp.																x				x												2	0,53	
Conlariales																																		
Conlariaceae																																		
<i>Conlarium</i> sp. 1																															x		1	0,27
<i>Conlarium</i> sp. 2																x															x		2	0,53
<i>Conlarium</i> sp. 3																																	1	0,27
Cordanales																																		
Cordanaceae																																		
<i>Cordana terrestris</i>																																	1	0,27
Coronophorales																																		
Parasympodiellaceae																																		
<i>Parasympodiella</i> sp. 1																																	1	0,27
<i>Parasympodiella</i> sp. 2																																	1	0,27
Distoseptisporales																																		
Distoseptisporaceae																																		
<i>Distoseptispora adscendens</i>										x	x																						6	1,60
<i>Distoseptispora</i> sp.											x																						4	1,06

Classe/Ordem/Família/espécie	Bacuri								Camará								Caracará								Chipaiá								Total	%
	Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set		Jan		Apr		Jul		Set			
	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B				
<i>Verticicladius</i> sp.			x																												1	0,27		
Não identificado																																		
Aeroaquático 1																	x														1	0,27		
Aeroaquático 2																	x						x								2	0,53		
Hifomiceto 1																							x								1	0,27		
Hifomiceto esporodoquial 1																							x								1	0,27		
Sinêmio 1																											x				1	0,27		