



**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA DA REDE**  
**BIONORTE**



**HYPOXYLACEAE (ASCOMYCOTA, XYLARIALES) NA AMAZÔNIA**  
**OCIDENTAL BRASILEIRA: TAXONOMIA E BIOPROSPECÇÃO DE**  
**COMPOSTOS BIOATIVOS**

**KELY DA SILVA CRUZ**

**MANAUS - AM**

**2021**

**KELY DA SILVA CRUZ**

**HYPOXYLACEAE (ASCOMYCOTA, XYLARIALES) NA AMAZÔNIA  
OCIDENTAL BRASILEIRA: TAXONOMIA E BIOPROSPECÇÃO DE  
COMPOSTOS BIOATIVOS**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, no (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), como requisito para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Conservação

Orientadora: Dra. Ceci Sales-Campos

Coorientadora: Dra. Maria Aparecida de Jesus

Coorientadora: Dra. Antônia Queiroz Lima de Souza

**MANAUS - AM**

**MARÇO/2021**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

*Kely da Silva Cruz*

**“HYPOXYLACEAE (ASCOMYCOTA, XYLARIALES) NA AMAZÔNIA  
OCIDENTAL BRASILEIRA: TAXONOMIA E BIOPROSPECÇÃO DE  
COMPOSTOS BIOATIVOS”.**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), como requisito para obtenção do título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

Orientador (a): **Profa. Dra. Ceci Sales-Campos**

**Banca Examinadora:**



---

**Dra. Ceci Sales-Campos (INPA)**  
Presidente da banca



---

**Dr. Luiz Antônio de Oliveira (INPA)**  
Membro



---

**Dra. Larissa Trierweiler Pereira (UFSCAR)**  
Membro



---

**Dr. Sergio Dantas de Oliveira Junior (INPA)**  
Membro



---

**Dr. Vagner Gularte Cortez (UFPR)**  
Membro

**MANAUS-AMAZONAS**  
Março/2021

DEDICO À MINHA FAMÍLIA!

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Jeová Deus, por me dar forças durante os momentos difíceis e, por me abençoar colocando pessoas maravilhosas na minha vida que me apoiaram e deram suporte para que eu pudesse conquistar esse título de doutora.

À minha família que está sempre ao meu lado me apoiando e vibrando com minhas conquistas. Todo meu esforço eu dedico a cada um de vocês: minha mãe querida M<sup>a</sup>. Lúcia, meu unigênito Keven Brandão, minhas irmãs Gisele e Patrícia e meu irmão Lennon.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte da Amazônia Legal, pela oportunidade de desenvolver esse projeto de pesquisa.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pela infraestrutura para realização da minha pesquisa e suporte em algumas coletas.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia pela realização das sessões de MEV, em especial à Oneide por ter sido tão prestativa comigo.

Às minhas orientadoras, Dra. Maria Aparecida de Jesus, a qual venho trabalhando desde a iniciação científica, à Dra. Ceci Sales-Campos que aceitou me orientar e, à Dra. Antônia Queiroz Lima de Souza por ter aceitado o desafio de me orientar com o projeto já em andamento. Obrigada a cada uma pelo conhecimento transmitido e pelas correções dos artigos e tese.

Ao meu querido orientador do mestrado Vagner Cortez e meu amigo de mestrado Alexandre Santos, por todo apoio com as correções dos artigos para publicações.

À Larissa, técnica do laboratório de Cogumelos Comestíveis, pelo suporte com o cadastro do material no Sisgen e correção da tese.

Ao professor Afonso Duarte Leão de Souza da UFAM, que apoiou o projeto enviando extratos fúngicos para análises antimicrobiana e antiplasmódica para a Fiocruz/Manaus.

À secretária do PPG-Bionorte Tânia, por toda a ajuda e receptividade em acolher e solucionar as dúvidas e questões burocráticas.

Ao Pablo Bravo, por todo apoio psicológico e financeiro. Você foi com certeza um grande incentivador e colaborador dessa minha conquista. Meus sinceros agradecimentos de coração!

Às minhas amigas de adolescência Elaine Albuquerque e France Martins, que nunca hesitaram em me ajudar quando precisei, cuidando de mim quando peguei covid. Obrigada por todo carinho e torcida minhas amigas!

À minha grande parceira e amiga Cidoka, pelo companheirismo nos campos de coleta, e, me apoiar nos momentos difíceis, obrigada pelas conversas, risadas e comilanças no laboratório. Você é uma superamiga!

Às minhas grandes amigas do INPA, Jaqueline Gomes, Lorena Bentotini, Rafaela, Gabi, Nadir, Bárbara. Agradeço pelos momentos maravilhosos que passamos no laboratório e por aí. Tenho grande carinho por cada uma de vocês!

Aos meus maravilhosos amigos Sérgio Dantas e Larissa Matos, que sempre estavam dispostos a me ajudar no que eu precisasse, seja a escrever um artigo ou relaxar depois de um longo dia de trabalho, o que seria da minha vida sem vocês amigos. Amo muito!

Aos colegas de laboratório do INPA que passei esses quatro anos de pesquisa. Em especial à Marly Castro, Allen e Suzana, os quais coorientei trabalho de iniciação científica relacionado à minha pesquisa de doutorado, obrigada pela dedicação no desenvolvimento dos seus projetos, fiquei bem orgulhosa em ver as pranchas que fizeram para os relatórios. Agora vamos publicar esses trabalhos!

Ao melhor mateiro que já conheci seu Iran, do Parque Nacional do Viruá, obrigada tornar nossas coletas menos cansativas, conseguindo um quadriciclo para chegarmos nas trilhas distantes daquele parque e, pela estufa caseira que fizeste para ajudar a secar os fungos que coletamos debaixo de chuva. Obrigada de coração!

Ao Douglas Couceiro e o Hunter Douglas, pelo auxílio nas coletas no Musa e na ZF II.

À minha grande amiga Márcia Texeira que conquistei no mestrado, seu esposo Elder Silva, e amigas Raelle Silva, Chirley Silva, Geyse Silva e Luziane Nascimento, pela ajuda nas coletas no Acre.

Aos colegas Marta, Pingo, Sara, Ketlen e Kamila do Laboratório de Bioensaios e de Microorganismos da Amazônia/LABMICRA da Universidade Federal do Amazonas, pelo auxílio durante o trabalho que desenvolvi de atividade antimicrobiana.

Enfim, é com todo carinho e gratidão que agradeço de coração a todos vocês por está conquista.

"Vamos viver nossos sonhos, temos tão pouco tempo."

Charlie Brown Jr



## RESUMO

A família Hypoxylaceae foi recentemente elevada de Xylariaceae e compreende 19 gêneros amplamente distribuídos em climas tropical, subtropical e temperado. As espécies de Hypoxylaceae são caracterizadas, principalmente pelo estroma peritecial unipartido, liberando pigmento estromático em contato com a solução de KOH 10% e anamorfo do tipo-nodulisporium. Por conseguinte, esses fungos produzem metabólitos secundários específicos, que auxiliam na quimiotaxonomia, além de apresentar atividades antimicrobiana, citotóxica, antifúngica, inseticida dentre outras. A região amazônica brasileira abriga uma gama de fungos que precisam ser catalogados e conhecidos o seu potencial biotecnológico. Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento da família Hypoxylaceae na região amazônica ocidental brasileira e estudar o potencial biotecnológico de alguns isolados fúngicos. Os fungos foram coletados durante os anos de 2016-2018 nos seguintes locais: Museu da Amazônia, Estação Experimental de Silvicultura Tropical, Reserva Florestal Adolpho Ducke, respectivamente em Manaus-AM; Parque Nacional do Viruá em Caracaraí-RR, Fazenda Experimental Catuaba em Senador Guimard-AC e Parque Zoobotânico em Rio Branco-AC, e identificados com base na taxonomia clássica. Os fungos foram isolados e, então submetidos à ensaios de atividades antimicrobiana, citotóxica e antiplasmódica. Foram coletados 405 espécimes, distribuídos em sete gêneros e 40 táxons. *Annulohypoxylon duckei* é descrito como nova espécie e *Hypoxylon* sp.1, *Hypoxylon* sp.2 e *Thamnomycetes* sp. podem representar novos táxons para ciência. *Annulohypoxylon* cf. *pyriforme*, *Hypoxylon aeruginosum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *H. cf. fusoidesporum*, *H. macrosporum* e *H. rhombisporum* são novos registros para o Brasil. Os extratos fúngicos brutos de *Hypoxylon subgilvum* (CMINPA 1914) e *Annulohypoxylon nitens* (CMINPA 1917) apresentaram atividade bactericida contra *Enterococcus faecalis* (E 002). O isolado de *A. nitens* (CMINPA 1917) apresentou atividade antifúngica contra *Candida albicans*. Enquanto, as cepas de *Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918), *Annulohypoxylon stygium* (CMINPA 1921), *A. nitens* (CMINPA 1917) e *Daldinia* sp. (CMINPA 1922) apresentaram atividade antifúngica contra *Candida tropicalis*. O ensaio preliminar antiplasmódico demonstrou que nenhum dos extratos brutos inibe o *Plasmodium falciparum*. Esse estudo expandiu o número de espécies de Hypoxylaceae conhecidas no Brasil de 71 para 79 e de 23 para 49 na região amazônica ocidental brasileira, além de contribuir com o conhecimento do potencial biotecnológico dessa família.

**Palavras-chave:** Ascomycetos; Atividade Antimicrobiana; Fungo Peritecial; Funga Brasileira; Taxonomia.

## ABSTRACT

The Hypoxylaceae family was recently elevated from Xylariaceae and comprises 19 genera widely distributed in tropical, subtropical and temperate climates. Hypoxylaceae species are characterized mainly by the peritecial stroma unipartite, releasing stromatic pigment in contact with 10% KOH, and anamorphic of the nodulisporium type. Consequently, these fungi produce specific secondary metabolites, which help chemotaxonomically. In addition to presenting antimicrobial, cytotoxic, antifungal, cytotoxic, insecticidal activity, among others. The Brazilian Amazon region comprises to a range of fungi that need to be catalogued and their biotechnological potential known. The work aims to carry out a survey of the Hypoxylaceae family in the Western Amazon region of Brazil and to study the biotechnological potential. Fungi were collected between the years 2016 and 2018 from the following locations: Museu da Amazônia, Estação Experimental de Silvicultura Tropical and Reserva Florestal Adolpho Ducke in Manaus-AM; Parque Nacional do Viruá in Caracaraí-RR, Fazenda Experimental Catuaba in Senador Guimard-AC and Parque Zoobotânico in Rio Branco-AC and identified based on classical taxonomy. Fungi were isolated and antimicrobial, cytotoxic and antiplasmodic activities were performed. 405 specimens were collected, distributed in seven genera and 40 taxa. *Annulohypoxylon duckei* is described as a new species and *Hypoxylon* sp.1, *Hypoxylon* sp.2 e *Thamnomycetes* sp. may represent a new taxa. *Annulohypoxylon* cf. *pyriforme*, *Hypoxylon aeruginosum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *H. cf. fusoidesporum*, *H. macrosporum* and *H. rhombisporum* are new records for Brazil. Crude fungal extracts from *H. subgilvum* (CMINPA 1914) and *A. nitens* (CMINPA 1917) showed bactericidal activity against *Enterococcus faecalis* (E 002). *A. nitens* (CMINPA 1917) showed antifungal activity against *Candida albicans*. Meanwhile, strains of *Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918), *A. stygium* (CMINPA 1921), *A. nitens* (CMINPA 1917) and *Daldinia* sp. (CMINPA 1922) showed antifungal activity against *Candida tropicalis*. The preliminary antiplasmodic trial showed that none of the crude fungal extracts inhibits *Plasmodium falciparum*. This study expanded the number of Hypoxylaceae species known in Brazil from 71 to 79 and from 23 to 49 in the western amazon region. In addition to contributing to the knowledge of the biotechnological potential of this family.

**Keywords:** Ascomycetes; Antimicrobial Activity; Peritecial Fungus; Brazilian Funga; Taxonomy.

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1</b> – Formas e cores de ascomas e pigmentos estromáticos de Hypoxylaceae.....	17
<b>Figura 2</b> – Gráfico da distribuição das espécies de Hypoxylaceae por região brasileira. ....	23
<b>Table 1:</b> Lista de espécies de Hypoxylaceae registradas no Brasil. ....	19

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1:</b> Classificação dos gêneros dentro de Xylariales (Daranagama et al., 2018).....	32
<b>Figura 1.</b> Gêneros de Hypoxylaceae.....	34
<b>Figura 2.</b> Relação do número de amostras de Xylariaceae nos herbários brasileiros.....	36
<b>Figura 3.</b> Relação do número de amostras de Hypoxylaceae nos herbários brasileiros.....	36
<b>Figura 4.</b> Mapa da distribuição dos gêneros de Hypoxylaceae no Brasil.....	37
<b>Figura 5.</b> Representação dos gêneros de Hypoxylaceae que ocorrem no Brasil.....	38
<b>Figura 6.</b> Representação dos gêneros de Hypoxylaceae que ocorrem na Amazônia brasileira .....	38

### CAPÍTULO 2

<b>Figura 1:</b> <i>Annulohypoxyton archeri</i> .....	45
<b>Figura 2:</b> <i>Annulohypoxyton duckei</i> .....	47
<b>Figura 3:</b> <i>Annulohypoxyton leptascum</i> .....	48
<b>Figura 4:</b> <i>Annulohypoxyton moriforme</i> .....	49
<b>Figura 5:</b> <i>Annulohypoxyton nitens</i> .....	50
<b>Figura 6:</b> <i>Annulohypoxyton purpureonitens</i> .....	51
<b>Figura 7:</b> <i>Annulohypoxyton pyriforme</i> .....	52
<b>Figura 8:</b> <i>Annulohypoxyton stygium</i> .....	54
<b>Figura 9:</b> <i>Annulohypoxyton truncatum</i> .....	56
<b>Figura 10:</b> <i>Annulohypoxyton</i> sp.....	57

### **CAPÍTULO 3**

<b>Figura 1:</b> <i>Hypoxylon aeruginosum</i> .....	66
<b>Figura 2:</b> <i>Hypoxylon anthochroum</i> .....	67
<b>Figura 3:</b> <i>Hypoxylon crocopeplum</i> .....	68
<b>Figura 4:</b> <i>Hypoxylon duranii</i> .....	70
<b>Figura 5:</b> <i>Hypoxylon fendleri</i> .....	71
<b>Figura 6:</b> <i>Hypoxylon fuscopurpureum</i> .....	72
<b>Figura 7:</b> <i>Hypoxylon fuscum</i> .....	73
<b>Figura 8:</b> <i>Hypoxylon fusoidesporum</i> .....	74
<b>Figura 9:</b> <i>Hypoxylon haematostroma</i> .....	76
<b>Figura 10:</b> <i>Hypoxylon hypomiltum</i> .....	77
<b>Figura 11:</b> <i>Hypoxylon investiens</i> .....	78
<b>Figura 12:</b> <i>Hypoxylon lenormandii</i> .....	79
<b>Figura 13:</b> <i>Hypoxylon macrosporum</i> .....	80
<b>Figura 14:</b> <i>Hypoxylon perforatum</i> .....	81
<b>Figura 15:</b> <i>Hypoxylon pilgerianum</i> .....	83
<b>Figura 16:</b> <i>Hypoxylon rhombisporum</i> .....	84
<b>Figura 17:</b> <i>Hypoxylon rubiginosum</i> .....	85
<b>Figura 18:</b> <i>Hypoxylon subgilvum</i> .....	86
<b>Figura 19:</b> <i>Hypoxylon subrutilum</i> .....	88
<b>Figura 20:</b> <i>Hypoxylon</i> sp. 1. ....	89
<b>Figura 21:</b> <i>Hypoxylon</i> sp. 2. ....	90

### **CAPÍTULO 4**

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização da área de estudo na Amazônia Ocidental Brasileira.....	99
<b>Figura 2:</b> <i>Daldinia eschscholtzii</i> .....	105
<b>Figura 3:</b> <i>Daldinia starbaeckii</i> . ....	106
<b>Figura 4 :</b> <i>Phylacia poculiformis</i> .....	114
<b>Figura 5:</b> <i>Phylacia surinamensis</i> .....	115
<b>Figura 6:</b> <i>Pyrenopolyporus hunteri</i> .....	116
<b>Figura 7:</b> <i>Thamnomycetes chordalis</i> .....	117
<b>Figura 8:</b> <i>Thamnomycetes</i> sp.....	119

**CAPÍTULO 5**

**Tabela 1:** Avaliação do potencial antimicrobiano in vitro dos extratos fúngicos de Hypoxylaceae, sobre a inibição de microrganismos patogênicos ..... 130

**Figura 1:** Ensaio antiplasmodico com os extratos fúngicos brutos de Hypoxylaceae contra o *Plasmodium falciparum*..... 132

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1	ASPECTOS GERAIS DA FAMÍLIA HYPOXYLACEAE .....	16
2.2	CARACTERIZAÇÃO DA FAMÍLIA .....	17
2.3	POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO.....	18
2.4	HYPOXYLACEAE NO BRASIL E NA AMAZÔNIA OCIDENTAL .....	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>24</b>
3.1	OBJETIVO GERAL.....	24
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>27</b>
	<b>CAPÍTULO 1:.....</b>	<b>31</b>
	<b>DIVERSIDADE DE HYPOXYLACEAE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: SITUAÇÃO ATUAL E EXPECTATIVA FUTURA PARA O ESTUDO DA FAMÍLIA. ....</b>	<b>31</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>31</b>
	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>32</b>
	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>
	<b>CAPÍTULO 2:.....</b>	<b>42</b>
	<b>ANNULOHYPOXYLON (HYPOXYLACEAE, ASCOMYCOTA) FROM AMAZONIAN-FOREST OF BRAZIL, WITH A DESCRIPTION OF ONE NEW SPECIES.....</b>	<b>43</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>43</b>
	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>43</b>
	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>44</b>
	<b>TAXONOMIA .....</b>	<b>45</b>
	<i>Chave de identificação de Annulohypoxylon da floresta tropical amazônica do Brasil .....</i>	<i>58</i>
	<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
	<b>CAPÍTULO 3:.....</b>	<b>61</b>
	<b>HYPOXYLON (HYPOXYLACEAE, ASCOMYCOTA) DA FLORESTA AMAZÔNICA OCIDENTAL BRASILEIRA .....</b>	<b>61</b>

<b>RESUMO</b> .....	62
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	63
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	63
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	64
<i>Chave de identificação das espécies de Hypoxylon da Amazônia Ocidental Brasileira</i> .....	64
<b>TAXONOMIA</b> .....	65
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	91
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	91
<b>CAPÍTULO 4:</b> .....	<b>95</b>
<b>ANNOTATED DAS HYPOXYLACEAE (ASCOMYCOTA, XYLARIALES) DA FLORESTA AMAZÔNICA OCIDENTAL BRASILEIRA.</b> .....	95
<b>RESUMO</b> .....	96
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	97
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	98
<b>RESULTADOS</b> .....	99
<b>CONCLUSÕES</b> .....	119
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	120
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	120
<b>CAPÍTULO 5:</b> .....	<b>125</b>
<b>AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIPLASMÓDICA IN VITRO DOS EXTRATOS DE ESPÉCIES HYPOXYLACEAE (ASCOMYCOTA, XYLARIALES), ISOLADAS DA FLORESTA AMAZÔNICA OCIDENTAL BRASILEIRA.</b> .....	125
<b>RESUMO</b> .....	126
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	127
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	127
<i>Material fúngico</i> .....	127
<b>Preparo dos extratos fúngicos</b> .....	127
<b>AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA</b> .....	128
<i>Microrganismos</i> .....	128
<i>Determinação da atividade antimicrobiana</i> .....	128
<b>AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIPLASMÓDICA</b> .....	129
<i>Preparo das amostras</i> .....	129
<i>Avaliação da atividade antiplasmodial por Citometria de Fluxo</i> .....	129
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>130</b>

<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>133</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>133</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>133</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>137</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Os fungos pertencem ao reino Fungi, o qual está dividido atualmente em 18 filos: Aphelidiomycota, Ascomycota, Basidiobolomycota, Basidiomycota, Blastocladiomycota, Calcarisporiellomycota, Caulochytriomycota, Chytridiomycota, Entomophthoromycota, Glomeromycota, Kickxellomycota, Monoblepharomycota, Mortierellomycota, Mucoromycota, Neocallimastigomycota, Olpidiomycota, Rozellomycota e Zoopagomycota (TEDERSOO et al., 2018; WIJAYAWARDENE et al., 2020).

Os fungos estão em terceiro lugar entre os organismos eucarióticos com maior riqueza de espécies conhecidas, com aproximadamente 148.000 espécies, mas o número total previsto está entre 2,2 e 3,8 milhões (HAWKSWORTH; LÜCKING, 2017). Essa estimativa é feita com base nas publicações de novos táxons e nos inventários ambientais, que leva em consideração os fungos encontrados em águas, solos e tecidos vegetais, sendo a proporção de fungos por plantas de 16:1 (HAWKSWORTH, 2012). No Brasil, o bioma Amazônia apesar de ser conhecido por abrigar a maior biodiversidade de animais, plantas e microrganismos, é pouco estudado em relação aos macrofungos (RITTER et al., 2018). A micodiversidade brasileira tem sido mais explorada no bioma Mata Atlântica, pois há mais micólogos investigando os fungos nessa região (RODRIGUES et al., 2015).

É importante ressaltar a importância dos fungos na manutenção, funcionamento e equilíbrio dos ecossistemas, pois estes são decompositores primários da matéria orgânica, sendo responsáveis pela reciclagem de nutrientes (HAWKSWORTH, 2012). Os fungos do solo podem formar associação simbiótica mutualística com as raízes das plantas, chamadas de micorrizas, mico (fungo) e riza (raiz), que auxilia através das hifas na transferência dos nutrientes (fósforo, zinco e cobre) do solo para as plantas, na absorção de água e na produção de metabólitos bioativos que promovem o crescimento ou defende-as contra fitopatógenos e em troca recebe carboidratos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Outra relação simbiótica importante é a dos fungos endofíticos que vivem dentro de folhas ou caules de plantas aparentemente saudáveis e produzem metabólitos secundários que protegem as plantas contra outros patógenos e ataque de insetos (AZEVEDO, 1999). Esses fungos possuem importância econômica, fazendo parte da produção de bebidas fermentadas (cerveja e vinho), da indústria alimentícia (laticínios, massas e cogumelos), produção de substâncias químicas (ácidos, vitaminas, enzimas e hormônios) e da indústria farmacêutica (produção de antimicrobianos: penicilina, cefalosporina, griseofulvina entre outros). Logo, conhecer a micodiversidade e a aplicação biotecnológica dos fungos é indispensável para desenvolver políticas de conservação e uso sustentável de recursos naturais desses organismos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ASPECTOS GERAIS DA FAMÍLIA HYPOXYLACEAE

A família Hypoxylaceae DC. foi recentemente segregada da Xylariaceae e está classificada no filo Ascomycota Caval.-Sm., subfilo Pezizomycotina O.E. Eriksson & Winka, classe Sordariomycetes O.E. Eriksson & Winka, subclasse Xylariomycetidae O.E. Eriksson & Winka, ordem Xylariales Nannfeldt (WENDT et al., 2018; WIJAYAWARDENE et al., 2020). O gênero tipo da família é *Hypoxylon*, com cerca de 180 espécies registradas, sendo o gênero com maior número de espécies (LAMBERT et al., 2019; WENDT et al., 2018).

Hypoxylaceae compreende cerca de 400 espécies e 19 gêneros: *Annulohypoxylon* Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *Anthocanalis* Daranag., Camporesi & K.D. Hyde, *Chlorostroma* A.N. Mill., Lar.N. Vassiljeva & J.D. Rogers, *Daldinia* Ces. & De Not., *Durotheca* Læssøe, Srikit., Luangsa-ard & M. Stadler, *Entonaema* Möller, *Hypomontagnella* Sir, L. Wendt & C. Lambert, *Hypoxylon* Bull., *Jackrogersella* L. Wendt, Kuhnert & M. Stadler, *Natonodosa* Heredia, *Phylacia* Lév., *Pyrenomyxa* Morgan, *Pyrenopolyporus* Lloyd, *Rhopalostroma* D. Hawksw., *Rostrhypoxylon* J. Fourn. & M. Stadler, *Ruwenzoria* J. Fourn., M. Stadler, Læssøe & Decock, *Thamnomycetes* Ehrenb., *Theissenia* Maubl. e *Thuemenella* Penz. & Sacc (WENDT, 2018; WIJAYAWARDENE et al., 2020). Destes gêneros, dez ainda não foram registrados no Brasil: *Anthocanalis*, *Chlorostroma*, *Durotheca*, *Jackrogersella*, *Natonodosa*, *Pyrenomyxa*, *Rostrhypoxylon*, *Ruwenzoria*, *Theissenia* e *Thuemenella* (PEREIRA, 2020).

Alguns gêneros tais como: *Daldinia*, *Entonaema*, *Rhopalostroma*, *Ruwenzoria* e *Thamnomycetes* ainda não estão bem definidos dentro do contexto filogenético (WENDT et al., 2018). Sendo assim, os autores sugerem que esses táxons devem ser estudados com mais espécies de seus gêneros para um rearranjo taxonômico mais conclusivo. Os gêneros com estroma bipartido, sem pigmento estromático e geralmente anamorfo do tipo-nodulisporium, tais como: *Biscogniauxia*, *Camillea*, *Obolarina* e *Vivantia*, foram acomodados em Graphostromataceae (M.E. Barr, J. D. Rogers & Y.-M. Ju.) emend. M. Stadler, L. Wendt and Sir, e formam um clado basal para os fungos xylarioides. Apenas os gêneros sem pigmento estromático e anamorfo do tipo-geniculosporium permaneceram dentro de Xylariaceae (Tul. & C.Tul.) emend. M. Stadler & L. Wendt. Os demais gêneros, sem os caracteres mencionados acima, foram alocados para Lopadostomataceae ou Xylariales (WENDT et al., 2018).

As espécies de Hypoxylaceae estão amplamente distribuídas em áreas de clima tropical, subtropical e temperada, apresentando assim distribuição cosmopolita (KUHNERT et al.,

2017). Suas espécies são encontradas, principalmente, como saprófitos e endófitos, menos frequente como parasitas facultativos (SIR et al., 2016).

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA FAMÍLIA

A família Hypoxylaceae é caracterizada pelo ascoma peritecial, de forma efuso-pulvinado, globoso, piriforme ou dendroide e de coloração predominantemente preta, mas ocorre também alaranjada, marrom e vináceo (Figura 1). Esses fungos liberam pigmentos estromáticos de coloração verde, alaranjado e lilás em contato com KOH 10%, com valor quimiotaxonômico o qual vem sendo estudado para separar espécies correlacionadas (KUHNERT et al., 2014). No interior da camada peritecial estão inseridos os ascos (estrutura de reprodução) que são cilíndricos e possuem no ápice um aparato apical, que se torna amiloide (azul) quando montado em reagente de Melzer. Dentro dos ascos estão os ascósporos unicelulares, geralmente elipsoide-inequilateral, com pigmentação marrom e fenda germinativa que varia de retilínea a sigmoide (ROGERS, 2000).

**Figura 1** – Formas e cores de ascomas e pigmentos estromáticos de Hypoxylaceae – A. ascoma efuso-pulvinado, de cor negra e pigmento verde, B. ascoma efuso-pulvinado, de cor vináceo e pigmento alaranjado, C. ascoma dendroide, de cor marrom e pigmento lilás, D. ascoma efuso-pulvinado, de cor alaranjada e pigmento alaranjado, E. ascoma globoso, de cor vináceo e F. ascoma piriforme, de cor marrom sem pigmento.



Os ascósporos destes fungos, geralmente, apresentam parede lisa sob o microscópio de luz. No entanto, sob microscopia eletrônica de varredura (MEV) demonstram distintas ornamentações, o que permite diferenciar espécies (LAESSØE et al., 1989; WHALLEY, 1996). Um bom exemplo ocorre em *Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not. e *D. eschscholtzii* (Ehrenb.: Fr.) Rehm, ambas são similares morfológicamente e o tamanho dos ascósporos são próximos, sendo difícil de diferenciá-las. Porém, quando analisados em MEV, a primeira espécie apresenta a superfície dos ascósporos lisa e a outra com estrias transversais. Logo, o uso desta ferramenta demonstra grande importância taxonômica, uma vez que, tem possibilitado separar espécies correlacionadas (SUWANNASAI et al., 2012). As espécies da família Hypoxylaceae apresentam anamorfo do tipo-nodulisporium (JU; ROGERS, 1996).

### 2.3 POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

Estudos quimiotaxonômicos dos fungos hypoxylaceus vêm revelando uma alta diversidade de metabólitos secundários, dos quais são obtidos do ascoma ou da cultura micelial, com atividade antimicrobiana, antifúngica, citotóxica, inseticida dentre outras (SCHLINGMANN et al., 2002; BILLS et al., 2012; KUHNERT et al., 2014; ULLOA-BENÍTEZ et al., 2016; POURMOGHADDAM et al., 2020). Tais compostos bioativos são usualmente exclusivos para cada espécie e isso tem ajudado a segregar os táxons correlacionados e verificar o potencial biotecnológico.

*Hypoxylon fragiforme* produz hypoxyxylerone um inibidor de topoisomerase I e citocalasina com atividade inibitória contra o vírus da imunodeficiência humana (HIV) (EDWARDS et al., 1991; PIETTRE et al., 2002; DOMBROWSKI et al., 1992). *Hypoxylon croceum* produz hypoxysordarin um inibidor de biossíntese de proteínas, o qual foi encontrada numa cepa marinha facultativa (DAFERNER et al., 2014). *Hypoxylon fuscum* produz daldinins E/F com atividade antioxidante (QUANG et al., 2004), ao passo que, *A. stygium* apresenta potencial para produção de glicohidrolases (ROBL et al., 2015) e *H. monticulosum* produz esporotriolidos com agentes antifúngicos (SURUP et al., 2014). No decorrer dos anos, centenas de novos metabólitos secundários continuam sendo descobertos a partir de fungos da família Hypoxylaceae e de outras famílias de fungos.

### 2.4 HYPOXYLACEAE NO BRASIL E NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Conforme a Flora do Brasil (2021), e artigos publicados recentes por Cruz e Cortez (2015, 2016), no Brasil são conhecidas 71 espécies, distribuídas em 9 gêneros de Hypoxylaceae:

*Annulohypoxyton* (16 espécies), *Daldinia* (5 espécies), *Entonaema* (1 espécie), *Hypoxyton* (31 espécies), *Hypomontagnella* (3 espécies), *Pyrenopolyporus* (3 espécies) *Phylacia* (7 espécies), *Rhopalostroma* (1 espécie) e *Thamnomycetes* (4 espécies) amplamente distribuídas nas regiões brasileiras (Tabela 1).

O primeiro registro de Hypoxylaceae no Brasil foi *Thamnomycetes chamissonis* Ehrenb, descrito pelo biólogo alemão Christian Gottfried Ehrenberg em 1815, na ilha de Santa Catarina (FIDALGO, 1968). Durante o século XIX os fungos brasileiros foram intensamente estudados por naturalistas alemães. O trabalho mais importante foi publicado por Möller (1901) “On neotropical Xylariaceae”. Ele fez observações de campo, estudos morfológicos e hábito das espécies (STADLER, 2011). No Brasil, alguns micólogos contribuíram no estudo da Hypoxylaceae: Silveira e Rodrigues (1985) e Yuyama et al. (2013) na região Norte. No Nordeste brasileiro, Poroca (1986), Pereira et al. (2008a, 2008b, 2009, 2010) Lacerda et al. (2018) e Silva et al. (2020) estudaram alguns gêneros dessa família. A região Sul foi a mais explorada com estudos realizados por Meijer (2006, 2010), Theissen (1909, 1910), Rick (1905, 1906, 1931), Trierveiler-Pereira (2014) e, recentemente, Cruz e Cortez (2015 e 2016).

**Table 1:** Lista de espécies de Hypoxylaceae registradas no Brasil.

(continua)

ESPÉCIE	VEGETAÇÃO	LOCALIDADE
<i>Annulohypoxyton annulatum</i> (Schwein.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	Caatinga, Mata Atlântica	Nordeste
<i>A. apiahynum</i> (Speg.) Hladki & A.I.Romero	Mata Atlântica	Sudeste
<i>A. bovei</i> (Speg.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	Mata Atlântica	Nordeste
<i>A. bovei</i> var. <i>microsporum</i> (J.H. Mill.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	Mata Atlântica	Nordeste
<i>A. hemiscarpum</i> Jad. Pereira et al.	Mata Atlântica	Nordeste
<i>A. leptascum</i> (Speg.) Y.-M.Ju et al.	Mata Atlântica	Nordeste, Sudeste e Sul
<i>A. macrodiscum</i> Jad. Pereira et al.	Mata Atlântica	Nordeste e Sul
<i>A. moriforme</i> (Henn.) Y.-M.Ju et al.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Nordeste
<i>A. multiforme</i> (Fr.) Y.M.Ju et al.	Mata Atlântica	Sul
<i>A. nitens</i> (Ces.) Y.M.Ju et al.	Mata Atlântica	Nordeste e Sul

**Tabela 1:** Lista de espécies de Hypoxylaceae registradas no Brasil.

(continuação)

ESPÉCIE	VEGETAÇÃO	LOCALIDADE
<i>A. parvodiscum</i> K.S. Cruz & Cortez	Mata Atlântica	Sul
<i>A. purpureonitens</i> (Y.-M.Ju & J.D.Rogers) Y.-M.Ju et al.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Nordeste
<i>A. purpureopigmentum</i> Jad. Pereira et al.	Mata Atlântica	Nordeste
<i>A. stygium</i> (Lév.) Y.-M.Ju et al.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste e Sul
<i>A. stygium</i> var. <i>annulatum</i> Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	Mata Atlântica	Nordeste
<i>A. truncatum</i> (Schwein.) Y.-M.Ju et al.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste e Sul
<i>Daldinia caldariorum</i> Henn.	Amazônia	Norte
<i>D. clavata</i> Henn.	Mata Atlântica	Sul
<i>D. concentrica</i> (Bolton) Ces. & De Not.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul
<i>D. eschscholtzii</i> (Ehrenb.) Rehm	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul
* <i>D. placentiformis</i> (Berk. M.A. Curtis) Theissen	Mata Atlântica	Sul
<i>Entonaema liquescens</i> Muller	Caatinga	Nordeste
<i>Hypoxylon anthochroum</i> Berk. & Broome	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Centro-Oeste, Sul
<i>H. bombacinum</i> Bat. & Oliveira	Mata Atlântica	Nordeste
<i>H. brevirimum</i> Y.-M. Ju & J. D. Rogers	Mata Atlântica	Sudeste
<i>H. brevisporum</i> Y.-M. Ju & J. D. Rogers	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Sul
<i>H. chionostomum</i> (Speg.) Speg.	Mata Atlântica	Sul
<i>H. cinnabarinum</i> (Henn.) Y.-M.Ju & J.D.Rogers	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Sul
<i>H. crocopeplum</i> Berk. & Curt.	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Centro-Oeste e Sul

**Tabela 1:** Lista de espécies de Hypoxylaceae registradas no Brasil.

(continuação)

ESPÉCIE	VEGETAÇÃO	LOCALIDADE
<i>H. diatrypeoides</i> Rehm	Mata Atlântica	Sul e Sudeste
<i>H. dickermanii</i> Theiss.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Sul
<i>H. erythrostroma</i> J. H. Miller	Amazônia	Norte
<i>H. fuscopurpureum</i> (Schwein.) M.A.Curtis	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Sul
<i>H. fuscum</i> (Pers.) Fr.	Mata Atlântica	Sul
<i>H. griseobrunneum</i> (B.S. Mehrotra) J. Fourn., Kuhnert & M. Stadler	Mata Atlântica	Sul
<i>H. haematostroma</i> Mont.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Sul
<i>H. hypomiltum</i> Mont.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Sul
<i>H. jecorinum</i> Berk. & Ravenel	Mata Atlântica	Sul
<i>H. lenormandii</i> Berk. & Curt.		Nordeste
<i>H. megalosporum</i> Speg.	Mata Atlântica	Sul
<i>H. moellerianum</i> (Henn.) Y.-M.Ju & J.D.Rogers		Sul
<i>H. notatum</i> Berk. & Curt.	Mata Atlântica	Sul
<i>H. ochraceum</i> Henn.	Amazônia, Mata Atlântica	Sul, Norte
<i>H. peleae</i> J.D. Rogers & Y.M. Ju	Mata Atlântica	Sul
<i>H. perforatum</i> (Schwein.) Fr.	Mata Atlântica	Sul
<i>H. pilgerianum</i> Henn.	Mata Atlântica, Cerrado	Centro-Oeste e Sul
<i>H. rickii</i> Y.-M. Ju & J. D. Rogers	Mata Atlântica	Sul
<i>H. rubiginosum</i> (Pers.) Fr.	Mata Atlântica	Nordeste e Sul
<i>H. sclerophaeum</i> Berk. & Curt.	Mata Atlântica	Sul
<i>H. subgilvum</i> Berk. & Broome	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste e Sul
<i>H. subrutilum</i> Starbäck	Mata Atlântica	Sul
<i>H. umblicatum</i> Speg.	Mata Atlântica	Sudeste

**Tabela 1:** Lista de espécies de Hypoxylaceae registradas no Brasil.

(continuação)

ESPÉCIE	VEGETAÇÃO	LOCALIDADE
<i>H. vinaceobrunneum</i> K.S. Cruz & Cortez	Mata Atlântica	Sul
* <i>Hypomontagnella austrobahiensis</i> (Jad. Pereira, J.D. Rogers & J.L. Bezerra) Sir, L. Wendt & C. Lamb.	Mata Atlântica	Nordeste
* <i>H. monticulosa</i> Mont.	Mata Atlântica	Sul
* <i>H. rubigineoareolata</i> (Rehm.) Sir, L. Wendt & C. Lamb.	Mata Atlântica	Sul, Sudeste
* <i>Pyrenopolyporus nicaraguensis</i> (Ellis & Everh.) M. Stadler, Kuhnert & L. Wendt	Mata Atlântica	Sul
* <i>P. symphyon</i> (Möller) M. Stadler, Kuhnert & L. Wendt	Mata Atlântica	Sul
* <i>Pyrenopolyporus hunteri</i> Lloyd	Mata Atlântica	Sudeste e Sul
<i>Phylacia bomba</i> (Mont.) Pat.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste
<i>P. bomba</i> var. <i>macrospora</i> K.F. Rodrigues & Samuels	Amazônia	Norte
<i>P. cylindrica</i> L.T. Lacerda, J.L. Bezerra & Jad. Pereira	Mata Atlântica	Nordeste
<i>P. globosa</i> Lév.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste e Sul
<i>P. poculiformis</i> (Mont.) Mont.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte e Nordeste e Centro Oeste
<i>P. surinamensis</i> (Berk.) Dennis	Amazônia, Cerrado	Norte, Centro Oeste
<i>P. turbinata</i> (Berk.) Dennis	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Sudeste e Sul
<i>Rhopalostroma sphaerocephalum</i> (Petch) D. Hawksw.	Amazônia	Norte
<i>Thamnomycetes chamissonis</i> Ehrenb.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Sudeste e Sul



**Tabela 1:** Lista de espécies de Hypoxylaceae registradas no Brasil.

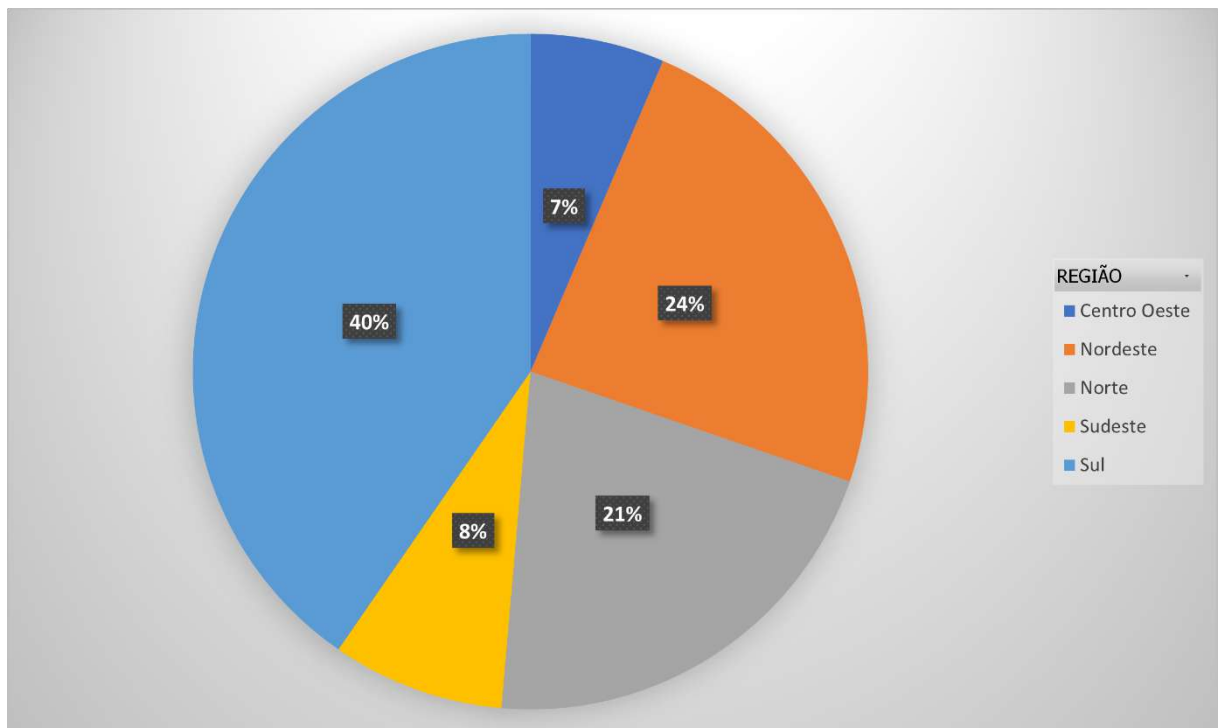
(conclusão)

ESPÉCIE	VEGETAÇÃO	LOCALIDADE
<i>T. chordalis</i> Fr.	Amazônia, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro Oeste e Sul
<i>T. dendroidea</i> Cooke & Massee	Amazônia	Norte
<i>T. fuciformis</i> Berk.	Amazônia	Norte

Fonte: FLORA DO BRASIL 2021.

Legenda: \* espécies com os nomes científicos atualizados

Atualmente, apenas 21% de fungos da família Hypoxylaceae são conhecidos na região Norte (Figura 2). Tendo em vista a riqueza que a região amazônica brasileira abriga, este trabalho propõe conhecer os fungos dessa família, assim como o seu potencial biotecnológico.

**Figura 2** – Gráfico da distribuição das espécies de Hypoxylaceae por região brasileira.

## 2 OBJETIVOS

### 2.5 OBJETIVO GERAL

Conhecer a diversidade da família Hypoxylaceae (Ascomycota) na Amazônia Ocidental Brasileira e à aplicação biotecnológica de algumas espécies.

### 2.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar um levantamento de fungos hypoxylaceous na região amazônica brasileira;
- b) Elaborar chaves de identificação para os gêneros e espécies identificadas;
- c) Avaliar as atividades antimicrobiana e antiplasmódica de extratos de algumas espécies isoladas.

### 3 RESULTADOS

O estudo da família Hypoxylaceae na Amazônia Ocidental Brasileira, resultou na análise de 405 exemplares, que correspondem a 38 táxons, distribuídos em 7 gêneros: *Annulohypoxylon*, *Daldinia*, *Hypomontagnella*, *Hypoxylon*, *Phylacia*, *Pyrenopolyporus* e *Thamnomycetes*. *Annulohypoxylon duckei* foi descrita como nova espécie e *Hypoxylon* sp.1 e *Hypoxylon* sp.2 podem representar novos táxons. *Annulohypoxylon* cf. *pyriforme*, *Hypoxylon aeruginosum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *Hypoxylon* cf. *fusoideosporum*, *H. macrosporum* e *H. rhombisporum* são novos registros para o Brasil. Dos 38 táxons registrados, 26 são novas citações para a região amazônica brasileira, são estes: *Annulohypoxylon archeri*, *A. duckei*, *A. leptascum*, *A. nitens*, *Annulohypoxylon* cf. *pyriforme*, *Daldinia placentiforme*, *Hypoxylon aeruginosum*, *H. anthochroum*, *H. crocopeplum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *H. fuscopurpureum*, *H. fuscum*, *Hypoxylon* cf. *fusoideosporum*, *H. investiens*, *H. lenormandii*, *H. macrosporum*, *H. perforatum*, *H. pilgerianum*, *H. rhombisporum*, *H. rubiginosum*, *H. subgilvum*, *H. subrutilum*, *Hypomontagnella monticulosa*, *H. rubigineoareolata* e *Pyrenopolyporus hunteri*.

Foram obtidas sete culturas puras de Hypoxylaceae dos seguintes táxons: *Hypoxylon subgilvum* Berk. & Broome (CMINPA 1914); *Annulohypoxylon nitens* (Ces.) Y.M.Ju et al. (CMINPA 1917); *Annulohypoxylon stygium* (Lév.) Y.-M.Ju et al. (CMINPA 1921); *Daldinia* sp. (CMINPA 1922); *Hypoxylon pilgerianum* Henn. (CMINPA 1939); *Hypoxylon* sp.1 (CMINPA 1945); *Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918). Destas culturas foram obtidos 14 extratos fúngicos provenientes do micélio e do caldo fermentado.

A avaliação da atividade antimicrobiana mostrou que os extratos fúngicos brutos de *H. subgilvum* (CMINPA 1914) e *A. nitens* (CMINPA 1917) apresentaram atividade bactericida contra *Enterococcus faecalis* (E 002). O isolado de *A. nitens* (CMINPA 1917) apresentou atividade antifúngica contra *Candida albicans*. E as cepas de *Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918) *A. stygium* (CMINPA 1921), *A. nitens* (CMINPA 1917) e *Daldinia* sp. (CMINPA 1922) apresentaram atividade antifúngica contra *C. tropicalis*. O ensaio preliminar antiplasmódico mostrou que nenhum dos extratos fúngicos brutos inibiu o *Plasmodium falciparum*.

De acordo com os dados obtidos nesse trabalho, optou-se por apresentar a tese em capítulos, a fim de facilitar a publicação dos resultados. Desse modo, foram considerados o número de espécies e conseqüente o número de páginas exigidos pelas revistas.

Nos apêndices constam os trabalhos já publicados, como um capítulo de livro em: Conhecimento, conservação e uso de fungos. “Diversidade de Hypoxylaceae na Amazônia Brasileira: Situação atual e expectativa futura para o estudo da família”. Esse trabalho foi oriundo de uma palestra no IX Congresso Brasileiro de Micologia. Outro trabalho foi um artigo

publicado na revista *New Zealand Journal of Botany* “*Annulohypoxyton* (Hypoxyloaceae, Ascomycota) from Amazonian-forest of Brazil, with a description of one new species”. O capítulo 1 consta a identificação dos fungos do gênero *Hypoxyton*, que será submetido a revista *Acta Amazônica*. O capítulo 2 apresenta uma listagem das espécies da família Hypoxyloaceae para a região Norte e será submetido a revista *Rodriguésia*. Por último, o capítulo 3 apresenta os resultados da atividade antimicrobiana e antiplasmódica, que será submetido a revista *Acta Amazônica*. Todos os artigos serão submetidos após a tradução para o inglês.

#### 4 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, J. L. Botânica: uma ciência básica ou aplicada? **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 22, p. 225–9, 1999.
- CRUZ, K. S.; CORTEZ, V. G. *Hypoxylon* (Xylariaceae, Ascomycota) from Western Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, n. 4, p. 889–901. 2015.
- CRUZ, K. S.; CORTEZ, V. G. *Annulohypoxylon* (Xylariales) from western Paraná, Brazil. **Mycotaxon**, v. 131, p. 395–402. 2016.
- DAFERNER, M.; MENSCH, S.; ANKE, T.; STERNER, O. Hypoxysordarin, a new sordarin derivative from *Hypoxylon croceum*. **Zeitschrift für Naturforschung - Section C Journal of Biosciences**, v. 54, p. 474–480, 2014.
- DOMBROWSKI, A. W.; BILLS, G. F.; SABNIS, G. et al. L-696,474, a novel cytochalasin as an inhibitor of HIV-1 protease. I. The producing organism and its fermentation. **Journal of Antibiotics**, v. 45, n. 5, p. 671–678, 1992.
- EDWARDS, R. L.; FAWCETT, V.; MAITLAND, D. J. et al. Hypoxyxylone. A novel green pigment from the fungus *Hypoxylon fragiforme* (Pers.: Fries) Kickx. **Journal of the Chemical Society, Chemical Communications**, p. 1009–1010, 1991.
- FIDALGO, O. Introdução à história da micologia brasileira. **Rickia**, v. 3, p. 1–44. 1968.
- HAWKSWORTH, D. L. Global species numbers of fungi: are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate? **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 2425–2433, 2012.
- HAWKSWORTH, D. L.; LÜCKING, R. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. **Microbiol Spectrum**, v. 5, n. 4, p. 1–17, 2017.
- JU, Y. M.; ROGERS, J. D. **A revision of the genus *Hypoxylon***. Mycologia Memoir no. 20. St. Paul, MN, APS Press. p. 365, 1996.
- KARWEHL, S.; STADLER, M. Exploitation of Fungal Biodiversity for Discovery of Novel Antibiotics. In: Stadler M., Dersch P. (eds) How to Overcome the Antibiotic Crisis. Current Topics in Microbiology and Immunology, v. 398, 2016.
- KUHNERT, E.; HEITKÄMPER, S.; FOURNIER, J.; SURUP, F.; STADLER, M. Hypoxyvermelhotins A e C, new pigments from *Hypoxylon lechatii* sp. nov. **Fungal Biology**, v. 118, p. 242–252. 2014.
- KUHNERT, E.; SURUP, F.; WIEBACH, V.; BERNECKER, S.; STADLER M. Botryane, noreudesmane and abietane terpenoids from the ascomycete *Hypoxylon rickii*. **Phytochemistry**, v. 117, p. 116–122, 2015.
- KUHNERT, E.; SIR, E. B.; LAMBERT, C.; HYDE, K. D.; HLADKI, A. I.; ROMERO, A. I.; ROHDE, M.; STADLER, M. Phylogenetic and chemotaxonomic resolution of the genus *Annulohypoxylon* (Xylariaceae) including four new species. **Fungal Diversity**, v. 85, n. 1, p.1–43, 2017.

LACERDA, L.T.; BEZERRA, J.L.; PEREIRA, J. *Phylacia cylindrica* sp. nov. from Brazil. **Mycotaxon**, v. 133, 243–247, 2018.

LAESSØE, T.; ROGERS, J. D.; WHALLEY, A. J. S. *Camillea*, *Jongiella* and light spored species of *Hypoxylon*. **Mycological Research**, v. 93, p. 121-155, 1989.

LAMBERT, C.; WENDT, L.; HLADKI, A. I. et al. *Hypomontagnella* (Hypoxylaceae): a new genus segregated from *Hypoxylon* by a polyphasic taxonomic approach. **Mycological Progress**, v. 18, p. 187–201, 2019.

MEIJER, A. A. R. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian state of Paraná. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, v. 68, p. 1–55, 2006.

MEIJER, A. A. R. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian state of Paraná: corrections and updating. **Bol. Boletim do Museu Botânico Municipal**, v. 72, p. 1–9, 2010.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, v. 1, 625p, 2002.

PEREIRA J. **Xylariales in Flora do Brasil 2020 em construção**. 2015. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB121107>. Acesso em: 10 dez. 2020.

PEREIRA, J.; BEZERRA, J. L.; MAIA, L. C. Revision of taxa of the URM Herbarium two *Hypoxylon* species described by A.C. Batista. **Mycotaxon**, v. 104, p. 405–408, 2008a.

PEREIRA, J.; BEZERRA, J. L.; MAIA, L. C. *Kretzschmaria albogrisea* sp. nov. and *K. curvirima* from Brazil. **Mycotaxon**, v. 106, p. 237–241, 2008b.

PEREIRA, J.; ROGERS, J. D.; BEZERRA, J. L. New Xylariaceae taxa from Brazil. **Sydowia**, v. 61, p. 321–325, 2009.

PEREIRA, J.; ROGERS, J. D.; BEZERRA, J. L. New *Annulohypoxylon* species from Brazil. **Mycologia**, v. 102, p. 248–252, 2010.

PIETTRE, A.; CHEVENIER, E.; MASSARDIER, C.; GIMBERT, Y.; GREENE, A. E. Synthetic Approach to Hypoxyxylone, Novel Inhibitor of Topoisomerase I. **Organic Letters**, v. 4, n. 18, p. 3139–3142, 2002.

POROCA, D. J. M. Revisão histórica das Xylariaceae do Brasil. **Boletim Micológico**, v. 3, n. 1, p. 41–53, 1986.

RAYNER, R. W. **A mycological colour chart**. Kew: Commonwealth Mycological Institute. 1970.

RICK, J. Pilze aus Rio Grande do Sul. **Annals Mycology**, v. 3, p. 235–240, 1905.

RICK, J. Pilze aus Rio Grande do Sul. **Brotéria**, v. 5, p. 5–53, 1906.

RICK, J. Monographia das Hypoxyleas riograndenses. **Brotéria**, v. 25, p. 21–50, 1931.

RITTER, C. D.; ZIZKA, A.; BARNES, C.; NILSSON, R. H.; ROGER, F.; ANTONELLI, A. Locality or habitat? Exploring predictors of biodiversity in Amazonia. **Ecography**, v. 42, p. 321–333, 2018.

RODRIGUES, D. J.; NORONHA, J. C.; VINDICA, V. F. Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino. In: DRECHSLER-SANTOS, E. R, et al. **Macrofungos: Aspecto Preliminares Sobre a Diversidade de Basidiomycota**. Belo Horizonte, BR: Attema Editorial, p. 57–67. 2015.

ROBL, D.; DOS SANTOS, P. C.; BÜCHLI, F.; et al. Enhancing of sugar cane bagasse hydrolysis by *Annulohyphoxylon stygium* glycohydrolases. *Bioresource Technology*, v. 177, p. 247–254, 2015.

SILVEIRA, V. D.; RODRIGUES, K. F. Levantamento preliminar de *Xylariaceae* na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 15, 7–27, 1985.

SIR, E. B.; KUHNERT, E.; SURUP, F.; LAMBERT, C.; HLADKI, A. I.; ROMERO, A. I.; STADLER, M. New species and reports of *Hypoxylon* from Argentina recognized by a polyphasic approach. **Mycological Progress**, v. 15, p. 19–42, 2016.

SIR, E. B.; KUHNERT, E.; HLADKI, A. I.; ROMERO, A. I. *Annulohyphoxylon* (Hypoxylaceae) species from Argentina. **Darwiniana, nueva serie**, v. 6, n. 1, p. 68–83, 2018.

SURUP, F.; KUHNERT, E.; LEHMANN, E. et al. Sporothriolide derivatives as chemotaxonomic markers for *Hypoxylon monticulosum*. **Mycology: An International Journal on Fungal Biology**, v. 5, n. 3, p. 110–119, 2014.

SUWANNASAI, N.; WHALLEY, A. M.; WHALLEY, J. S. A.; THIENHIRUN, S.; SIHANONTH, P. Ascus apical apparatus and ascospore characters in *Xylariaceae*. **IMA Fungus**, v. 3, p. 125–133, 2012.

STADLER M. Importance of secondary metabolites in the *Xylariaceae* as parameters for assessment of their taxonomy, phylogeny, and functional biodiversity. **Current Res. In Environmental & Applied Mycology**, v. 1, p.75–133. 2011.

STADLER, M.; LÆSSØE, T.; FOURNIER, J.; DECOCK, C.; SCHMIESCHEK, B.; HANS-VOLKER, T.; PERŠOH, D. A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (*Xylariaceae*). **Studies in Mycology**, v. 77, p. 1–143, 2014.

THEISSEN, F. *Xylariaceae* austro-brasilienses. **Annals Mycology**, v. 7, p. 1–18, 1909.

THEISSEN, F. Fungi riograndenses. **Botanisch**, v. 27, p. 384–411, 1910.

TEDERSOO, L.; SÁNCHEZ-RAMÍREZ, S.; KÖLJALG, U.; BAHRAM, M.; DÖRING, M.; SCHIGEL, D.; MAY, T.; RYBERG, M.; ABARENKOV, K. High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses. **Fungal Diversity**, v. 90, p. 135–159, 2018.

TRIERVEILER- PEREIRA, L. Ascomycetes (Pezizomycotina, Ascomycota) from Brazil: New records and distributional data. **Lilloa**, v. 51, n. 1, p. 108–15, 2014.

WENDT, L.; SIR, E. B.; KUHNERT, E. et al. Resurrection and emendation of the Hypoxylaceae, recognised from a multigene phylogeny of the Xylariales. **Mycol Progress**, 17, p. 115–154, 2018.

WHALLEY, A. J. S. Biscogniauxia, Camillea and Hypoxylon (ascomycetes) in South East Asia. In *Tropical Mycology* (ed. K. K. Janardhanan, D. L. Hawksworth, C Rajendran & K. Natarajan), in press. **Oxford & IBH Publishing Co.**1996.

WIJAYAWARDENE, N. N. et al. Outline of Fungi and fungus-like taxa. **Mycosphere**, v.11, n. 1, p. 1060–1456, 2020.

YUYAMA, K. T.; PEREIRA, J.; MAKI, C. S.; ISHIKAWA, N. K. *Daldinia eschscholtzii* (Ascomycota, Xylariaceae) isolated from the Brazilian Amazon: taxonomic features and mycelial growth conditions. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 1–8.,2013.



---

O capítulo do livro foi publicado em: “Conhecimento, conservação e uso de fungos”.

## **Diversidade de Hypoxylaceae na Amazônia Brasileira: Situação atual e expectativa futura para o estudo da família.**

CRUZ, Kely da Silva<sup>1</sup>; JESUS, Maria Aparecida<sup>2</sup>; SOUZA, Antônia Queiroz Lima<sup>3</sup>; SALES-CAMPOS, Ceci<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte da Amazônia Legal, Universidade do Estado do Amazonas, <sup>2,4</sup>Pesquisadoras, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, <sup>3</sup>Professora, Universidade Federal do Amazonas. Emails: cruzsk@outlook.com, ranna@inpa.gov.br, ceci@inpa.gov.br, antoniaqlsouza@gmail.com.

### **Resumo**

Hypoxylaceae foi recentemente segregada da família Xylariaceae com base em análises filogenéticas, estudos quimiotaxonômicos e taxonomia clássica. Hypoxylaceae compreende aproximadamente 19 gêneros, caracterizados por um estroma peritecial unipartido, geralmente com presença de pigmento estromático e anamorfo do tipo *Nodulisporium*. Os fungos hypoxylaceos são encontrados como saprofitos e endofíticos e estão amplamente distribuídos em climas tropical, subtropical e temperados. Algumas espécies apresentam ação antifúngica, antimicrobiana e citotóxica. A diversidade de Hypoxylaceae deve ser analisada verificando as espécies de fungos pertencentes à Xylariaceae, pois os herbários brasileiros ainda não estão atualizados. O levantamento da diversidade de Xylariaceae/Hypoxylaceae foi realizado através do Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas (speciesLink) e no <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>. Os principais herbários do Brasil onde há registros da família Xylariaceae são: INPA-FUNGOS/Manaus-AM (1041), UFACPZ/Rio Branco-AC (6), HFSL-FUNGOS/Porto Velho-RO (46), Museu Paraense Emílio Goeldi/Belém-PA (27), MBML-HERBARIO/ Santa Teresa-ES (2), UFRN-FUNGOS/Rio Grande do Norte-RN (3), JBP/João Pessoa-PB (47), URM/Recife-PE (807), ALCB/Salvador-BA (89), SP-FUNGI/São Paulo-SP (652), UCP/Palotina-Paraná (84), FLOR/Santa Catarina-SC (188), ICN/Porto Alegre-RS (11), HUICS-MICOTECA/Caxias do Sul-RS (46), totalizando 3.049 registros, sendo 694 Hypoxylaceae. Destes, somente 205 pertencem à Amazônia brasileira. Não há registro de Hypoxylaceae nos herbários de Roraima, Amapá, Tocantins e Mato Grosso. Diante do exposto, é possível perceber que os fungos hypoxylaceos são pouco estudados na região Amazônica, levando em consideração que a região representa uma das maiores biodiversidade de organismos do mundo. Em vista disto, acredita-se que a divulgação desses dados possa despertar interesse nos taxonomistas para o estudo de Hypoxylaceae e assim incrementar os acervos da região Amazônica brasileira.

**PALAVRAS-CHAVES:** Biodiversidade, metabólitos secundários, taxonomia.

## Introdução

A família Xylariaceae compreendia aproximadamente 80 gêneros, representando uma das maiores famílias de Ascomycota não liquenizados. Porém, a posição filogenética dos gêneros dentro dessa família não estava bem definida. Wendt *et al.* (2017) e Daranagama *et al.* (2018) segregaram os gêneros de Xylariaceae, com base em análises filogenéticas, estudos quimiotaxonômicos e taxonomia clássica e propuseram uma nova família, a Hypoxylaceae (Tabela 1).

**Tabela 1:** Classificação dos gêneros dentro de Xylariales (Daranagama et al., 2018).

<b>Xylariaceae</b>	<b>Hypoxylaceae</b>	<b>Graphostromataceae</b>	<b>Lopadostomataceae</b>
<i>Amphirosellinia</i>	<i>Alloanthostomella</i>	<i>Biscogniauxia</i>	<i>Creosphaeria</i>
<i>Anthostomella</i>	<i>Annulohypoxylon</i>	<i>Camillea</i>	<i>Lopadostoma</i>
<i>Anthostomelloides</i>	<i>Anthocanalis</i>	<i>Graphostroma</i>	<i>Jumillera</i>
<i>Ascotricha</i>	<i>Chlorostroma</i>	<i>Obolarina</i>	<i>Whalleya</i>
<i>Astrocystis</i>	<i>Daldinia</i>	<i>Theissenia</i>	
<i>Brunneiperidium</i>	<i>Entonaema</i>	<i>Vivantia</i>	
<i>Clypeosphaeria</i>	<i>Hypoxylon</i>		
<i>Collodiscula</i>	<i>Hypomontagnella</i>		
<i>Coniolarielliella</i>	<i>Jackrogersella</i>		
<i>Emarcea</i>	<i>Neoanthostomella</i>		
<i>Engleromyces</i>	<i>Pseudoanthostomella</i>		
<i>Entoleuca</i>	<i>Phylacia</i>		
<i>Euepixylon</i>	<i>Pyrenomyxa</i>		
<i>Gigantospora</i>	<i>Pyrenopolyporus</i>		
<i>Halorosellinia</i>	<i>Rhopalostroma</i>		
<i>Helicogermisliata</i>	<i>Rostrohypoxylon</i>		
<i>Hypocopra</i>	<i>Ruwenzoria</i>		
<i>Hypocreodendron</i>	<i>Thamnomycetes</i>		
<i>Kretzschmaria</i>	<i>Thuemenella</i>		
<i>Kretzschmariella</i>			
<i>Leprieuria</i>			
<i>Lunatiannulus</i>			
<i>Nemania</i>			

**Tabela 1:** Classificação dos gêneros dentro de Xylariales. Continuação...

<b>Xylariaceae</b>	<b>Hypoxylaceae</b>	<b>Graphostromataceae</b>	<b>Lopadostomataceae</b>
			<i>Nipicola</i>
			<i>Podosordaria</i>
			<i>Poronia</i>
			<i>Rosellinia</i>
			<i>Sabalicola</i>
			<i>Spirodecospora</i>
			<i>Sarcoxylon</i>
			<i>Squamotubera</i>
			<i>Stilbohypoxylon</i>
			<i>Striatodecospora</i>
			<i>Vamsapriya</i>
			<i>Virgaria</i>
			<i>Wawelia</i>
			<i>Xilaria</i>
			<i>Xylotumulus</i>

Os gêneros com estroma bipartido, sem pigmento estromático e anamorfo do tipo *Nodulisporium* (*Biscogniauxia*, *Camillea*, *Obolarina* e *Vivantia*) foram acomodados em *Graphostromataceae* (M.E. Barr, J.D.Rogers & Y.-M. Ju.) emend. M. Stadler, L. Wendtand Sir., essa família forma um clado basal para os fungos xylarioides. Portanto, somente os gêneros sem pigmento estromático e anamorfodo tipo *Genicolosporium* permaneceram dentro de *Xylariaceae* (Tul. & C.Tul.) emend. M. Stadler & L. Wendt. Os demais gêneros sem os caracteres mencionados acima foram alocados para *Lopadostomataceae* ou Xylariales (gêneros incertos).

Hypoxylaceae compreende 19 gêneros com ascoma peritecial, de coloração principalmente negra (Figura 1) (Rogers, 2000; Daranagama *et al.*, 2018). Os fungos hypoxylaceous geralmente liberam pigmentos estromáticos em KOH 10%. No peritécio estão inseridos os ascos (estrutura de reprodução) cilíndricos com um aparato apical no ápice, que se torna amiloide (azul) quando corado com reagente de Melzer. Dentro dos ascos estão os ascósporos unicelulares, geralmente elipsoide-inequilateral, com pigmentação marrom e fenda germinativa que varia de retilínea a sigmoide.

A família Hypoxylaceae está amplamente distribuída em áreas de climas tropical, subtropical e temperada (Kuhnert *et al.*, 2017). Suas espécies são saprotróficas e endofíticas, menos frequente como parasitas facultativos (Kuhnert *et al.*, 2016; Sir *et al.*, 2016).



**Figura 1.** Gêneros de Hypoxylaceae, A. *Thamnomycetes*-ascoma ereto e ramificado; B. *Hypoxylon*-ascoma peltado; C. *Hypoxylon*-ascoma efuso-pulvinado; D. *Phylacia*-ascoma piriforme; E. *Daldinia*-ascoma globoso; F. *Hypoxylon*-ascoma efuso-pulvinado.

As espécies de Hypoxylaceae produzem uma diversidade de metabólitos secundários com atividade antifúngica, antimicrobiana e citotóxica (Stadler, 2011). A cada ano, novos metabólitos secundários bioativos estão sendo obtidos do ascoma e da cultura micelial (Karwehl

e Stadler, 2016). De acordo com Stadler *et al.* (2014), os perfis metabólicos secundários em Hypoxylaceae apresentam um valor taxonômico, corroborando com os dados filogenéticos e a taxonomia clássica destes fungos.

A floresta Amazônica brasileira abriga uma diversidade de fungos pouco estudada no Brasil. Em vista disso, este trabalho propõe conhecer a diversidade de Hypoxylaceae no Brasil e na região Amazônica brasileira.

## Metodologia

A análise da diversidade de Hypoxylaceae foi baseada no registro das espécies de fungos pertencentes à Xylariaceae, tendo em vista que os herbários brasileiros ainda não estão atualizados de acordo com a nova classificação de Wendt *et al.* (2017) e Daranagama *et al.* (2018). O levantamento da diversidade de Xylariaceae/Hypoxylaceae foi realizado através do Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas (speciesLink), pois neste sistema estão cadastrados os principais herbários brasileiros e, no site <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>. Somente o herbário HCP/Palotina-Paraná não está cadastrado ainda no speciesLink. Os principais herbários do Brasil onde há registros da família Xylariaceae foram: INPA-FUNGOS/Manaus-AM, UFACPZ/Rio Branco-AC, HFSL-FUNGOS/Porto Velho-RO, Museu Paraense Emílio Goeldi/Belém-PA, MBML-HERBARIO/Santa Teresa-ES, UFRN-FUNGOS/Rio Grande do Norte-RN, JBP/João Pessoa-PB, URM/Recife-PE, ALCB/Salvador-BA, SP-FUNGI/São Paulo-SP, HCP/Palotina-Paraná, FLOR/Santa Catarina-SC, ICN/Porto Alegre-RS, HUICS-MICOTECA/Caxias do Sul-RS.

## Resultados e Discussão

De acordo com os dados pesquisados no Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas (speciesLink), o número de amostras de Xylariaceae no Brasil totaliza 3.049 (Figura 2). Os herbários INPA-FUNGOS (1041), URM (807) e SP-FUNGI (652) representam 82% das amostras de Xylariaceae. Porém, quando analisadas as amostras de Hypoxylaceae, verifica-se que o número de amostras totaliza apenas 694 (Figura 3), distribuídas nos herbários URM (247), INPA-FUNGOS (195) e SP-FUNGI (135). O número maior de amostras no herbário URM deve-se as amostras provenientes dos trabalhos de Pereira *et al.* (2008a, 2008b, 2009, 2010) e Poroca (1986) no Nordeste. No Brasil, micólogos e estudiosos de fungos contribuíram no estudo da Hypoxylaceae, entre os quais se destacam Silveira e Rodrigues (1985) e Yuyama *et al.* (2013) no Norte. A região Sul foi a mais explorada com

estudos realizados por Meijer (2006, 2010), Theissen (1909, 1910), Rick (1905, 1906, 1931), Trierveiler-Pereira (2014) e Cruz e Cortez (2015 e 2016).

Os herbários INPA-FUNGOS, URM e SP-FUNGI são os mais representativos com depósitos de Xylariaceae e Hypoxylaceae no Brasil. Dos herbários amostrados para a região Amazônica, não há registro dessas famílias no Estado de Roraima, Amapá, Tocantins e Mato Grosso. Tendo em vista a riqueza que essa região representa, se faz um alerta para que possam ser feitos estudos nessa região, a fim de conhecer a diversidade dessa família e estudar o seu potencial biotecnológico.

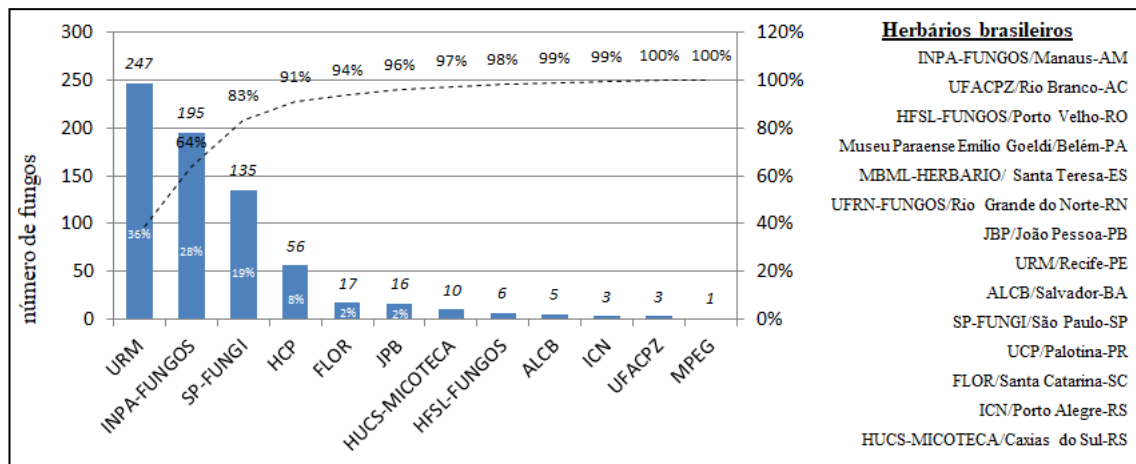


Figura 2. Relação do número de amostras de Xylariaceae nos herbários brasileiros.

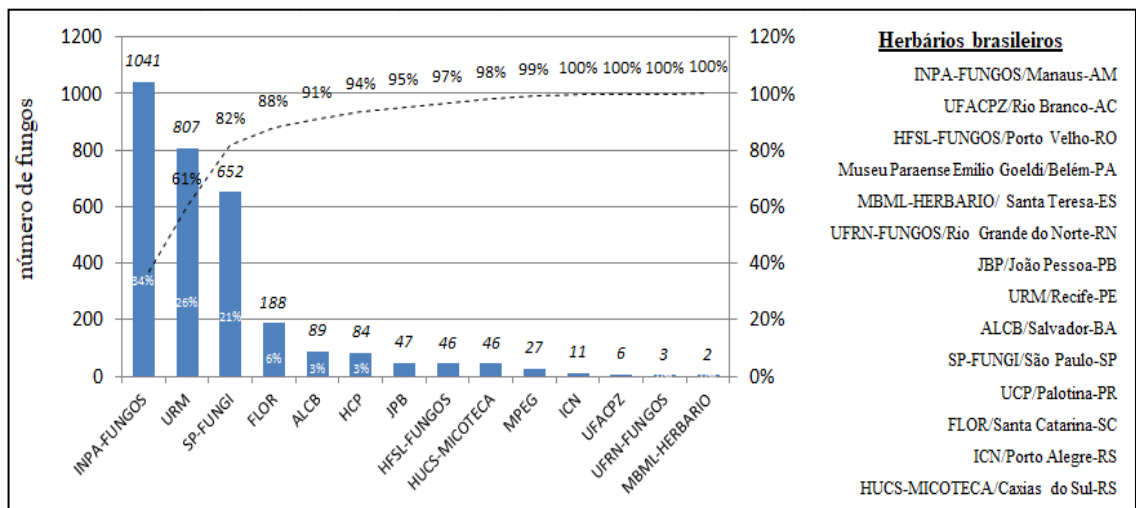


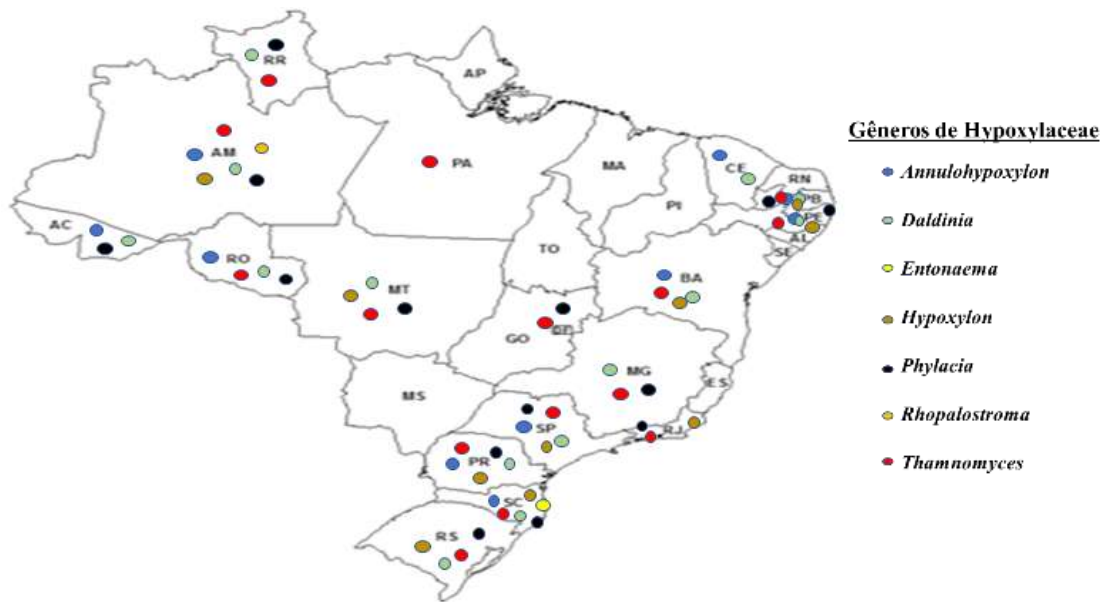
Figura 3. Relação do número de amostras de Hypoxylaceae nos herbários brasileiros.

Segundo a Lista de Espécies da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>) e artigos publicados recentemente por Cruz e Cortez (2015, 2016), verifica-se que para o Brasil



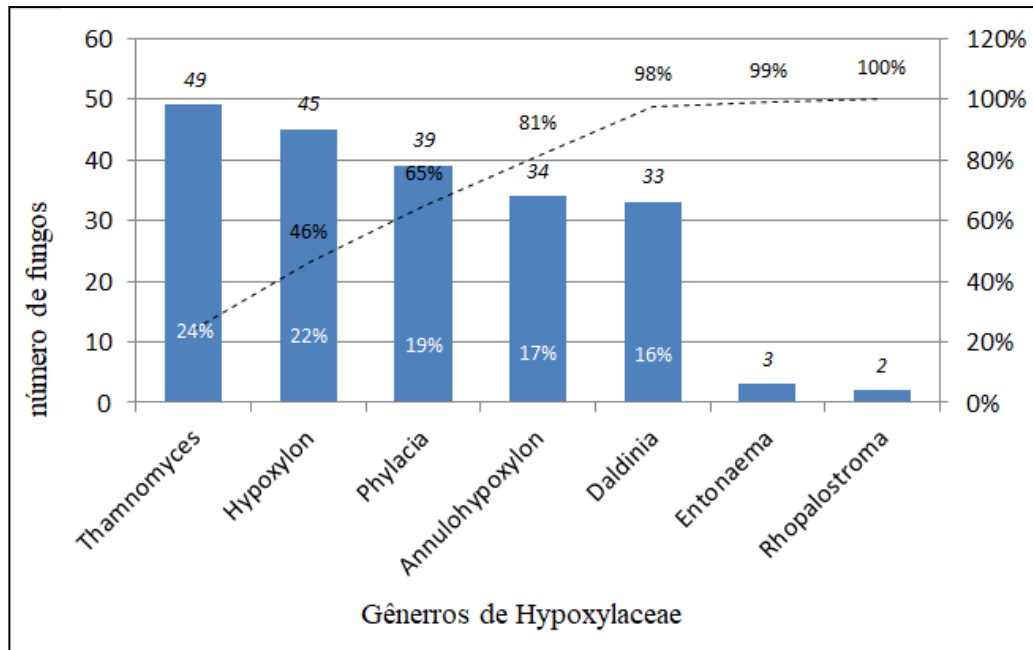
são relatados sete gêneros de Hypoxylaceae que compreendem aproximadamente 70 espécies: *Annulohypoxylon* Y.M.Juet al. (17), *Daldinia* Ces. & De Not. (4), *Entonaema* Möller (1), *Hypoxylon* Bull. (37), *Phylacia* Lév. (6), *Rhopalostroma* D. Hawksw. (1) e *Thamnomycetes* Ehrenb. (4) amplamente distribuídas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste, Nordeste (Figura 4).

Conforme a (Figura 5) *Hypoxylon* representa 50% dos gêneros de Hypoxylaceae no Brasil. No entanto, quando comparado com outros gêneros de ocorrência na região Amazônica, *Thamnomycetes* é o gênero mais representativo (Figura 6). Isso se deve ao fato de *Thamnomycetes* apresentar ascoma mais robusto, sendo melhor visível em campo do que *Hypoxylon*.

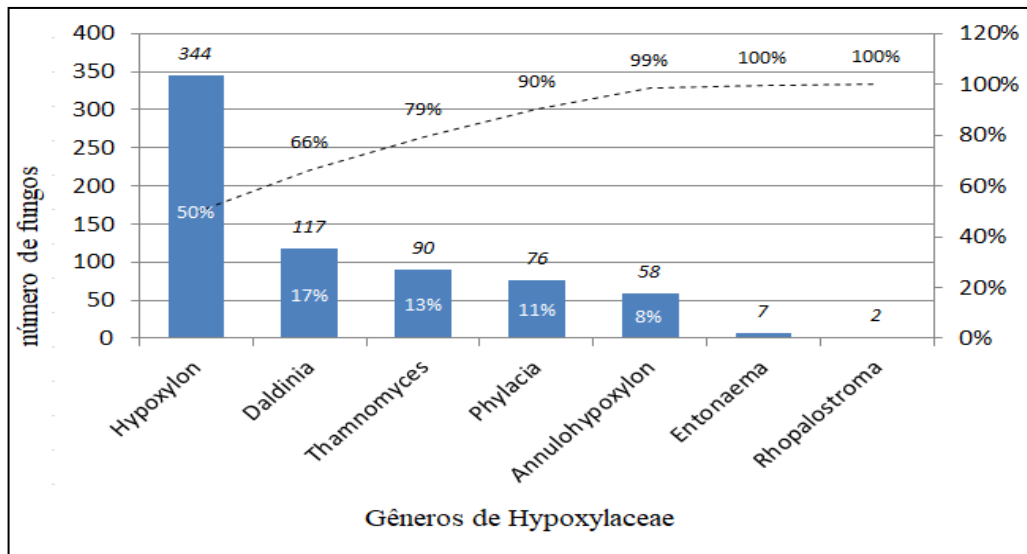


**Figura 4.** Mapa da distribuição dos gêneros de Hypoxylaceae no Brasil.

Um total de 694 amostras Hypoxylaceae consta nos herbários do Brasil. No entanto, observa-se que a região Amazônica possui 205 amostras desse total (Figuras 5 e 6). Esses dados mostram que a região Amazônica representa 30% da amostragem de Hypoxylaceae, um número bem abaixo do que realmente essa região possa apresentar, levando em consideração seu imenso território.



**Figura 5.** Representação dos gêneros de Hypoxylaceae que ocorrem no Brasil.



**Figura 6.** Representação dos gêneros de Hypoxylaceae que ocorrem na Amazônia brasileira.



## Conclusões

Os herbários mais representativos com amostras de Xylariaceae e Hypoxylaceae tanto no Brasil quanto na Amazônia brasileira são: INPA-FUNGOS/Manaus-AM, URM/Recife-PE e SP-FUNGI/São Paulo-SP.

Os gêneros mais representativos no Brasil são *Hypoxylon*, *Daldinia* e *Thamnomycetes*.

Os gêneros mais representativos na Amazônia brasileira são *Thamnomycetes*, *Hypoxylon* e *Phylacia*.

Hypoxylaceae está pouco representada nos herbários da Amazônia brasileira. Portanto, essa região necessita de mais estudos.

## Referências

- Cruz K.S., Cortez V.G. 2015. *Hypoxylon* (Xylariaceae, Ascomycota) from Western Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 38 (4): 889–901.
- Cruz K.S., Cortez V.G. 2016. *Annulohypoxylon* (Xylariales) from western Paraná, Brazil. *Mycotaxon*, 131: 395–402.
- Daranagama D.A., Hyde K.D., Sir E.B., Thambugala K.M., Qing T.Q., Samarakoon M.C., McKenzie E.H.C., Jayasiri S.C., Tibpromma S., Bhat J.D., Liu X., Stadler M. 2018. Towards a natural classification and backbone tree for Graphostromataceae, Hypoxylaceae, Lopadostomataceae and Xylariaceae. *Fungal Diversity*. 88:1–165.
- Ju Y.M., Rogers J.D. 1996. A revision of the genus *Hypoxylon*. *Mycologia* Memoir no. 20. St. Paul, MN, APS Press. 365.
- Karwehl S., Stadler M. 2016. Exploitation of Fungal Biodiversity for Discovery of Novel Antibiotics. In: Stadler M., Dersch P. (eds) How to Overcome the Antibiotic 28 Crisis. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, vol 398. Springer, Cham.
- Kuhnert E., Sir E.B., Lambert C., Hyde K.D., Hladki A.I., Romero A.I., Rohde M., Stadler M. 2016. Phylogenetic and chemotaxonomic resolution of the genus *Annulohypoxylon* (Xylariaceae) including four new species. *Fungal Diversity*, DOI 10.1007/s13225-016-0377-6.
- Kuhnert E., Surup F., Halecker S., Stadler M. 2017. Minutellins A – D, azaphilones from the stromata of *Annulohypoxylon minutellum* (Xylariaceae). *Phytochemistry*, 137: 66–71.
- Meijer A.A.R. 2006. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian state of Paraná. *Boletim do Museu Botânico Municipal*, 68: 1–55.
- Meijer A.A.R. 2010. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian state of Paraná: corrections and updating. *Boletim do Museu Botânico Municipal*, 72: 1–9.
- Pereira J., Bezerra J.L., Maia L.C. 2008a. Revision of taxa of the URM Herbarium two *Hypoxylon* species described by A.C. Batista. *Mycotaxon*, 104: 405–408.

- Pereira J., Bezerra J.L., Maia L.C 2008b. *Kretzschmaria albogrisea* sp. nov. and *K. curvirima* from Brazil. *Mycotaxon*, 106: 237–241.
- Pereira J., Rogers J.D., Bezerra J.L. 2009. New Xylariaceae taxa from Brazil. *Sydowia*, 61: 321–325.
- Pereira J., Rogers J.D., Bezerra J.L. 2010. New *Annulohyphoxylon* species from Brazil. *Mycologia*, 102: 248–252.
- Poroca D.J.M. 1986. Revisão histórica das Xylariaceae do Brasil. *Boletim micológico*, 15: 41–53.
- Rick J. 1931. Monographia das *Hypoxyleas* riograndenses. *Brotéria*, 25: 21–50.
- Rick J. 1935. Monographia das *Xylariaceas* riograndenses. *Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, 36: 41–71.
- Rogers J.D. 2000. Thoughts and musings on tropical Xylariaceae. *Mycological Research*, 104 (12): 1412–1420.
- Silveira V.D. Rodrigues, K. F. 1985. Levantamento preliminar de Xylariaceae na Amazônia. *Acta Amazonica*, 15: 7–27.
- Sir E.B., Kuhnert E., Lambert C., Hladki A.I., Romero A.I., Stadler M. 2016. New species and reports of *Hypoxylon* from Argentina recognized by a polyphasic approach. *Mycological Progress*, 15 (42): 2–19.
- Stadler M. 2011. Importance of secondary metabolites in the Xylariaceae as parameters for. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 1 (2): 75–133.
- Stadler M., Læssøe T., Fournier J., Decock C., Schmieschek B., Tichy Hans-V., Peršoh D. 2014. A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (Xylariaceae). *Studies in Mycology*. 77: 1–143.
- Species Link. 2002 (continuamente atualizado). Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas. INCT- Herbário Virtual da Flora e dos Fungos. Brasil, Disponível em: <<http://inct.splink.org.br/>> Acesso em: 10 Jul. 2019.
- Theissen F. 1910. Fungi riograndenses. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*, 27: 384–411.
- Trierveiler-Pereira L. 2014. Ascomycetes (Pezizomycotina, Ascomycota) from Brazil: New records and distributional data. *Lilloa*, 51 (1): 108–115.
- Wendt L., Sir E.B., Kuhnert E., Heitkämper S., Lambert C., Hladki A.I., Romero A.I., Luangsaard J.J., Srikitikulchai P., Peršoh D., Stadler M. 2017. Resurrection and emendation of the Hypoxylaceae, recognised from a multigene phylogeny of the Xylariales. *Mycological Progress in press* (DOI:10.1007/s11557-017-1311-3).
- Xylariales in Flora do Brasil*. 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB26>>. Acesso em: 10 Jul. 2019.

Yuyama K.T. Pereira J., Maki C.S., Ishikawa N.K. 2013. *Daldinia eschscholtzii* (Ascomycota, Xylariaceae) isolated from the Brazilian Amazon: taxonomic features and mycelial growth conditions. *Acta Amazonica*, 43: 1–8.

O artigo foi publicado na revista *New Zealand Journal of Botany*

***Annulohypoxyton* (Hypoxylaceae, Ascomycota) from Amazonian-forest of Brazil, with a description of one new species**

Kely da Silva Cruz<sup>1,2,\*</sup>, Marly Castro Lima<sup>2</sup>, Maria Aparecida de Jesus<sup>1,2</sup>, Antônia Queiroz Lima de Souza<sup>1,3</sup>, Ceci Sales-Campos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Avenida Carvalho Leal, 1777, Cachoeirinha, 69065-170, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Tecnologia e Inovação. Avenida André Araújo, 2.936, Petrópolis 69011970, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>3</sup>*Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Faculdade de Ciências Agrárias, Avenida General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, 69067-005, Coroado I, Manaus, Amazonas, Brasil.*





\*cruzsk@outlook.com



## REVIEW ARTICLE



# *Annulohypoxylon* (Hypoxylaceae, Ascomycota) from Amazonian-forest of Brazil, with a description of one new species

Kely da S. Cruz <sup>a,b</sup>, Marly C. Lima <sup>b</sup>, Maria A. de Jesus <sup>b</sup>,  
Antônia Q. L. de Souza <sup>c</sup> and Ceci Sales-Campos<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas, Brazil; <sup>b</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Tecnologia e Inovação, Manaus, Amazonas, Brazil; <sup>c</sup>Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brazil

## ABSTRACT

The Amazon forest is the biggest tropical forest in the world, known to shelter the largest biodiversity of animals, plants and microorganisms worldwide. As to the mycodiversity of this biome, little is known since most of the mycological investigations in Brazil have been in the Atlantic Rainforest. This study presents a description of ten species of *Annulohypoxylon* (Hypoxylaceae, Ascomycota) from Amazonian forest of Brazil. *Annulohypoxylon moriforme*, *A. purpureonitens*, *A. stygium* and *A. truncatum*, have already been recorded in this forest, while *A. archeri*, *A. leptascum* and *A. nitens* are reported for the first time here. *A. cf. pyriforme* may represent a new record from Brazil and *Annulohypoxylon* sp. may represent a new species. *Annulohypoxylon duckei* sp. nov. is proposed, based on the fawn colour of the surface when young, ostiolar disc of *truncatum*-type (0.17–0.25 mm diam.), greenish yellow pigment, and ellipsoid ascospores (8–10 × 3–5 μm). Identification keys, morphological descriptions, and illustrations are presented for all species.

## ARTICLE HISTORY

Received 14 May 2020  
Accepted 30 October 2020

## HANDLING EDITOR

Eric McKenzie

## KEYWORDS

Biodiversity; fungi;  
Sordariomycetes; South  
America; taxonomy

## Introduction

The Amazon forest is the biggest tropical forest in the world, covering an area of about 6,000,000 km<sup>2</sup>. Being predominantly covered by the tropical ombrophilous forest (Boublil and Hrbek 2012), it is known to shelter the largest biodiversity of animals, plants, and microorganisms worldwide (Ritter et al. 2018). On the other hand, little is known about the mycodiversity of this biome, as most of the mycological investigations in Brazil have been in the Atlantic Rainforest (Rodrigues et al. 2015).

*Annulohypoxylon* Y.-M. Ju, J.D. Rogers & H.-M. Hsieh was classified as *Hypoxylon* sect. *Annulata* by Miller (1961) and Ju and Rogers (1996), until it was segregated as a distinct genus by Hsieh et al. (2005) for having formed a monophyletic group based on phylogenetic analyses of α-actin and β-tubulin sequences. Until 2017, *Annulohypoxylon* was accommodated in the family Xylariaceae (Kuhnert et al. 2017), however, an

extensive study based on molecular phylogenetic data, secondary metabolite profiles and morphological concepts resulted in the segregation of Hypoxylaceae as a new family within Xylariales (Wendt et al. 2018; Daranagama et al. 2018).

50 Hypoxylaceae (Ascomycota, Sordariomycetes) is represented by nineteen genera including *Annulohypoxylon* comprises ca. 60 species widely distributed in tropical, sub-tropical, and temperate regions, associated with dead dicotyledonous wood (Sir et al. 2018; Wijayawardene et al. 2020). The genus is characterised by carbonised stromatal tissue that discretely encloses each individual perithecium. Stromata surface is usually  
55 blackened when mature, infrequently coloured, with KOH-extractable pigments that are olivaceous, purplish or orange. Ostioles are always higher than the level of stromatal surface and encircled with an annulate disc can be classified as *truncatum*-type, when the outermost layer of stroma around ostioles is flaked off gradually from the ostiole outwards or *bovei*-type, when the outermost layer of stroma dehisces abruptly. The ascospores are smooth and brown with perispore usually dehiscing or infrequently  
60 indehiscent in 10% KOH, nodulisporium-like anamorphs from on natural substrates and in culture (Ju and Rogers 1996; Hsieh et al. 2005).

In Brazil, only 15 taxa (including two varieties) were recognised, of which *Annulohypoxylon* moriforme (Henn.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *A. purpureonitens* (Y.M. Ju & J.D. Rogers) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *A. stygium* (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, and *A. truncatum* (Starbäck) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh are known from the tropical Amazon forest (Pereira 2015; Cruz and Cortez 2016). This study presents the description of ten species of *Annulohypoxylon* from Amazonian forest of Brazil, including a new species *Annulohypoxylon duckei* sp. nov. *A. cf. pyriforme* may represent a new record from Brazil and *Annulohypoxylon* sp. may represent a new species, based on morphological concepts. An identification key and morphological illustrations are presented.  
70

## Materials and methods

75 Specimens were collected during 2016–2018, in the rainy season, and at least two collections were made at each location: Museu da Amazônia (MUSA) Manaus-AM; Estação Experimental de Silvicultura Tropical (ZFII) Manaus-AM; Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) Manaus-AM; Parque Nacional do Viruá (PNV) Caracaraí-RR; Fazenda Experimental Catuaba (FEC) Senador Guimard-AC; and Parque Zoobotânico (PZ) Rio Branco-AC.  
80

Macroscopic and microscopic features of the stromata were determined following the methods described by Ju and Rogers (1996) and Cruz and Cortez (2016), with colours based on Rayner (1970). Photographs of the microstructures were taken with a Leica DM500 stereomicroscope, equipped with a Leica EC3 digital photo camera, using the Leica LAS EZ software. The microscopic measurements were processed with the free software ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>), N represents the number of ascospores measured length  $\times$  width, Me the mean values. Ascospores were observed under scanning electron microscopy (SEM) Vega 3, Tescan at the Thematic Laboratory of Optical and Electronic Microscopy of the National Institute for Research in the Amazon, following  
85 Suwannasai et al. (2012). The names of fungi were taken from MycoBank. All specimens are preserved at National Amazon Research Institute (INPA's Herbarium). Isotypes were  
90

made with the material collected in Acre and deposited in the herbarium of the Federal University of Acre (UFACPZ).

95

## Taxonomy

*Annulohypoxyylon archeri* (Berk.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *Mycologia* 97(4): 857 (2005). (Figure 1)

100

Stromata effused-pulvinate, 8–20 mm long × 5–10 mm broad × 0.4 mm thick; surface Fuscous Black (104) with brown vinaceous tone; blackish granules beneath the surface and among perithecia, with KOH-extractable pigments, Dull Green (70) or Green (20); the tissue below the perithecial layer inconspicuous. Perithecia spherical, 0.2–0.4 mm diam. Ostioles papillate, surrounded by a small *truncatum*-type disc, 0.1 mm diam. Asci not observed. Ascospores brown to dark brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends, 9.2–11.3 × 3.6–5.2 μm (N = 25, Me = 9.9 × 4.3 μm), with straight germ slit spore-length; perispore dehiscent in 10% KOH; episore smooth; surface smooth under SEM.

105

110

**Known distribution:** Pantropical (Miller 1961, Dennis 1964, Van der Gucht 1995, Whalley et al. 1995, Ju and Rogers 1996).

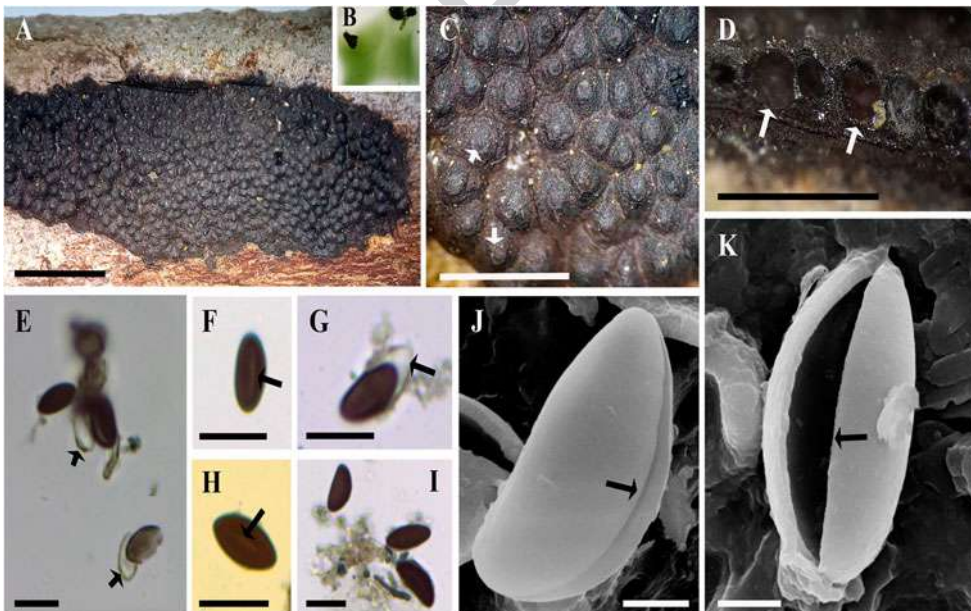
**Habitat:** Growing on decayed branches, near forest trails.

115

120

125

130



135

**Figure 1.** *Annulohypoxyylon archeri*. **A**, Stroma surface. **B**, Stromatal pigment. **C**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D**, Section of perithecia (arrows). **E**, **G**, Ascospores showing perispore dehiscent (arrows). **F**, **H**, **I**, Ascospores showing germ slit (arrows). **J**, **K**, SEM image of spores showing surface smooth and germ slit (arrows). Scale bars A = 3 mm. C, D = 1 mm. E–I = 10 μm. J–K = 2 μm.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 25 Feb. 2018, leg. K.S. Cruz 437 (INPA 286464).

**Notes:** *Annulohypoxyton archeri* is distinguished from other species of *Annulohypoxyton* with ostiolar disc  $\leq 0.2$  mm, green pigment, and by its ellipsoid-inequilateral ascospores  $9\text{--}10.5 \times 4\text{--}5$   $\mu\text{m}$  (Ju and Rogers 1996). *A. archeri* was collected in southern Brazil in 1957 by J. Rick, (Miller 1961). After 61 years this species is recorded again and is reported for the first time in the Amazon Rainforest.

***Annulohypoxyton duckei*** K.S. Cruz & M.A. De Jesus, **sp. nov.**  
MycoBank: MB837807

**Holotype.** (Figure 2). Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 24 Feb. 2018, leg. K.S. Cruz 429 (INPA 2864561).

**Diagnosis.** Differs from *Annulohypoxyton fulvum* by having greenish yellow pigments extracted in KOH and brown to dark brown ascospores,  $8\text{--}10 \times 3\text{--}5$   $\mu\text{m}$ .

**Etymology.** In reference to the type locality, Reserva Florestal Adolpho Ducke.

Stromata effused to effused-pulvinate, 20–40 mm long  $\times$  15–25 mm broad  $\times$  0.8–1 mm thick; surface Fawn (87) when young, becoming blackish when old; texture carbonaceous, orange brown granules over the surface and around the perithecia, with KOH-extractable pigments, Citrine Green (67) or Greenish Olivaceous (90); the tissue below the perithecial layer, up to 0.4 mm thick. Perithecia spherical, 0.4–0.7 mm. Ostioles papillate, surrounded by a *truncatum*-type disc, 0.17–0.25 mm diam. Asci cylindrical,  $110\text{--}130 \times 5\text{--}6$   $\mu\text{m}$ ; spore-bearing part 70–90  $\mu\text{m}$ , stipe 30–50  $\mu\text{m}$ ; with amyloid, discoid apical apparatus,  $0.7\text{--}1.2 \times 2\text{--}3$   $\mu\text{m}$ . Ascospores brown to dark brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends,  $7.4\text{--}10.4 \times 3.1\text{--}5$   $\mu\text{m}$  ( $N = 40$ ,  $Me = 9 \times 3.7$   $\mu\text{m}$ ), with straight germ slit spore-length; perispore dehiscent in 10% KOH; epispore smooth; surface smooth under SEM.

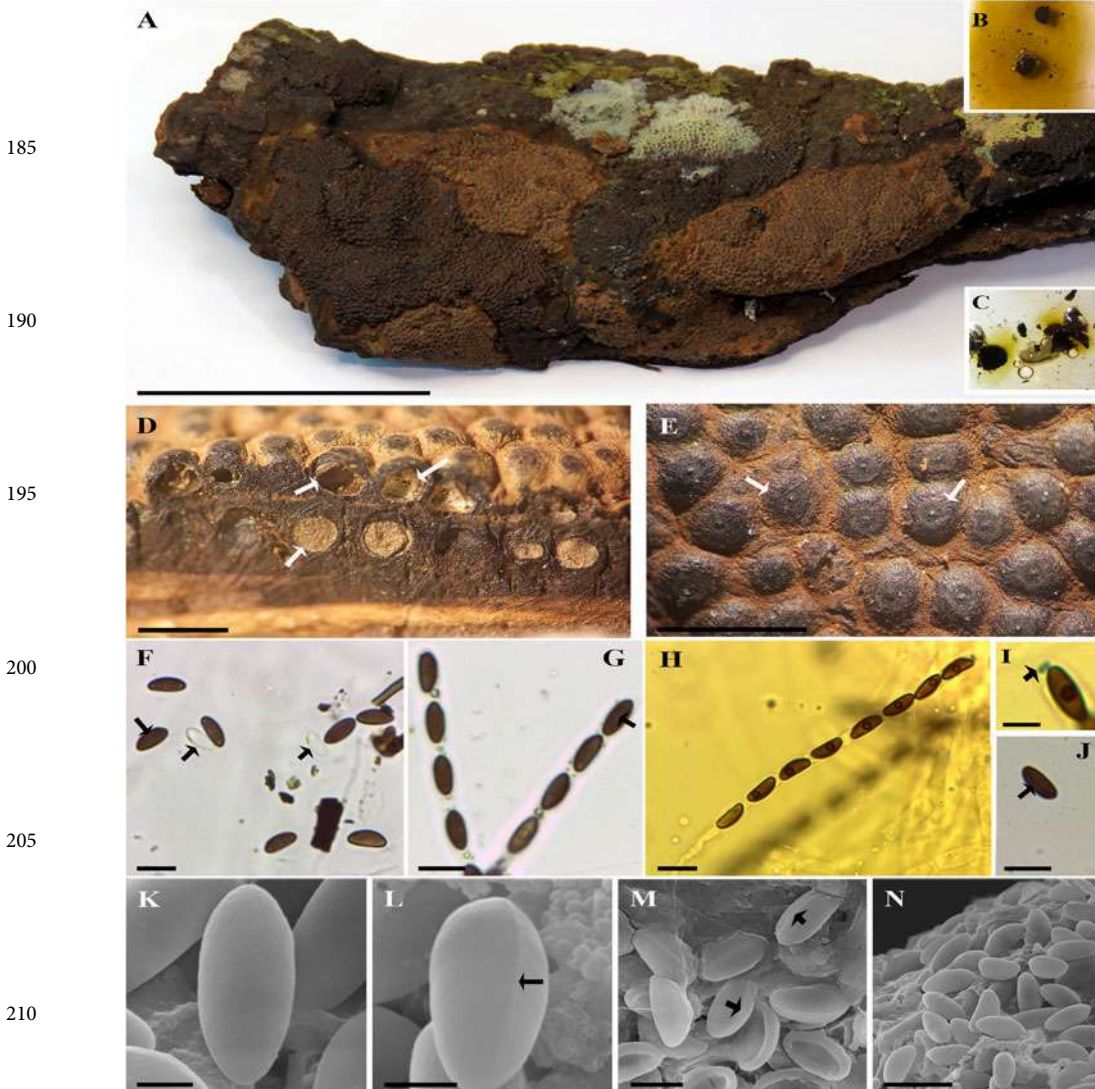
**Known distribution:** Known only from type locality.

**Habitat:** Growing on decayed trunks and branches, near forest trails.

**Other Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 14 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 554 (INPA 286505, paratype).

**Notes:** The surface characteristics of *Annulohypoxyton duckei* together with its smaller than usual ostiolar discs (0.17–0.25 mm diam.) are good indicators to differentiate the species from other *Annulohypoxyton* that may look similar at first due to greenish yellow pigment and *truncatum*-type discs. The stroma of *A. duckei* seems close to *A. fulvum* J. Fourn. & Lechat in having a fawn surface when young, that becomes blackish when old, with orange to black granules immediately beneath the surface. However, *A. fulvum* differs in having isabelline to fawn vs citrine green KOH pigments, larger



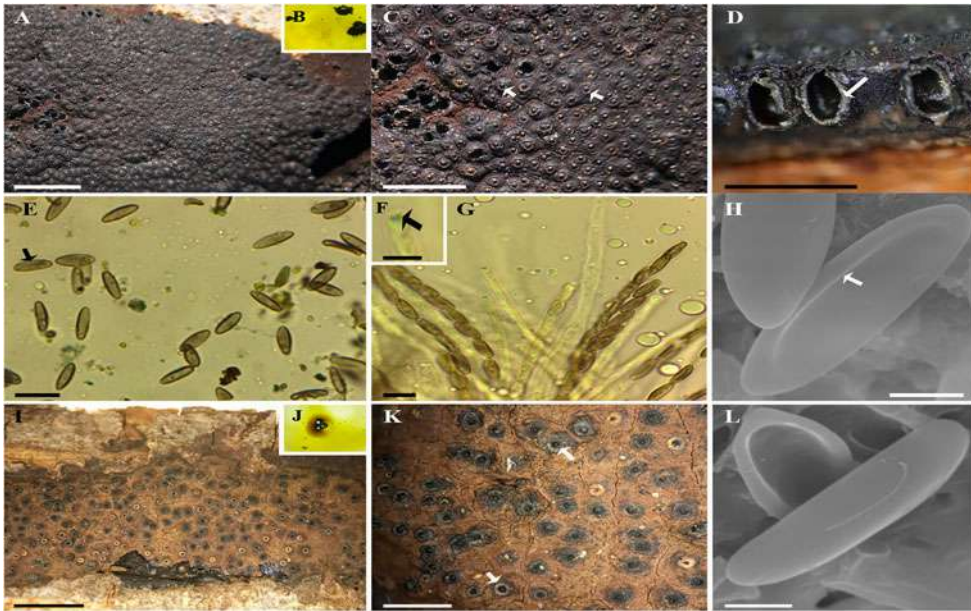


**Figure 2.** *Annulohypoxyton duckei*. **A**, Stroma surface. **B–C**, Stromatal pigment. **D**, Section of perithecia (arrows). **E**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **F**, Ascospores showing perispore dehiscence (arrows). **G, J**, Ascospores showing germ slit (arrows). **H**, Ascus in Melzer. **I**, Amyloid apical apparatus (arrow). **K–N**, SEM image of spores showing surface smooth and germ slit (arrows). Scale bars A = 3 mm. D, E = 1 mm. F–H, J, N = 10 µm. I, M = 5 µm K, L = 2 µm.

ascospores  $10\text{--}11.2 \times 4.6\text{--}5.4 \mu\text{m}$  vs  $8\text{--}10 \times 3\text{--}5 \mu\text{m}$  and larger disc  $0.25\text{--}0.35$  vs  $0.17\text{--}0.25$  mm diam. (Fournier and Lechat 2016).

*Annulohypoxyton leptascum* (Speg.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97 (4): 859 (2005). (Figure 3)

Stromata effused-pulvinate, 11–71 mm long  $\times$  4–35 mm broad  $\times$  0.6–1 mm thick; surface Sepia (63) or Fuscous (103); becoming blackish, with reddish brown tone,



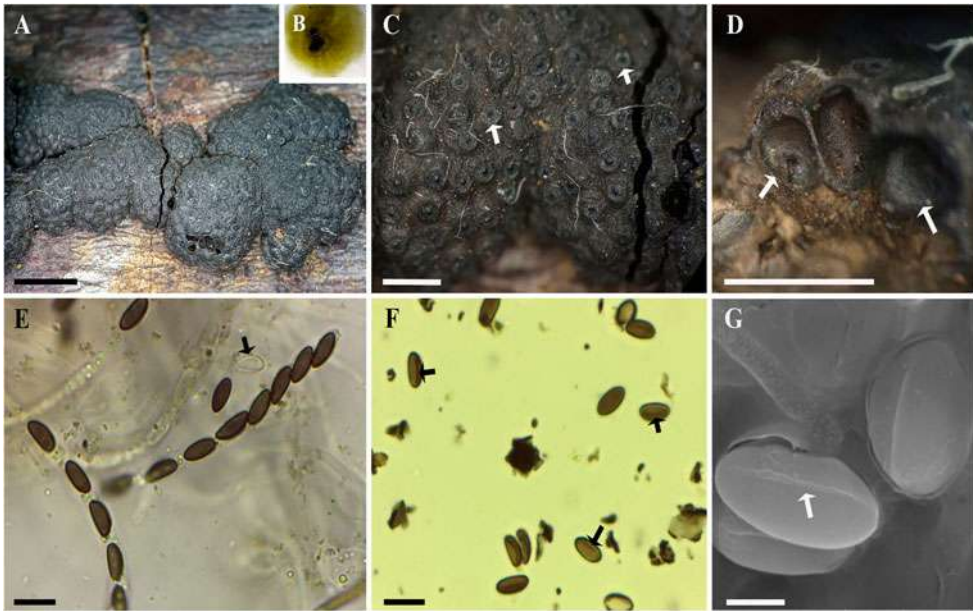
**Figure 3.** *Annulohypoxyton leptascum*. **A,I**, Stroma surface. **B,J**, Stromatal pigment. **C,K**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D**, Section of perithecia (arrows). **E**, Ascospores showing germ slit (arrows). **F**, Amyloid apical apparatus (arrow). **G**, Asci in Melzer. **H,L**, SEM image of spores showing surface smooth and germ slit (arrows). Scale bars A,I = 3 mm. C,D,K = 1 mm. E,G = 10  $\mu$ m. F = 5  $\mu$ m. H,L = 2  $\mu$ m.

blackish granules beneath the surface and among perithecia, with KOH-extractable pigments, Greenish Olivaceous (90) or Citrine Green (67); the tissue below the perithecial layer inconspicuous. Perithecia obovoid to tubular, 0.4–1  $\times$  0.3–0.6 mm. Ostioles conical-papillate, surrounded by a *truncatum*-type disc, 0.2–0.3 mm diam. Asci cylindrical, 50–80  $\times$  3–4  $\mu$ m; spore-bearing part 40–60  $\mu$ m, stipe 10–30  $\mu$ m; with amyloid, discoid apical apparatus, 0.4  $\times$  1  $\mu$ m. Ascospores pale brown, ellipsoid to fusoid, slightly inequilateral, with narrowly rounded ends, 7.2–10.5  $\times$  2.4–4.1  $\mu$ m (N = 152, Me = 8.9  $\times$  3  $\mu$ m), with straight germ slit spore-length; perispore indehiscent in 10% KOH; epispore smooth; surface smooth under SEM.

**Known distribution:** Argentina, Brazil, Paraguay, Thailand, USA, and Venezuela (Ju and Rogers 1996).

**Habitat:** Growing on decayed trunk and branch, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 14 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 536a (INPA 286485). Brazil, Acre, Rio Branco, Senador Guimard, FEC, 31 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 611 (INPA 286562); 4 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 739b (INPA 286699). Brazil, Acre, Rio Branco, PZ, 31 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 606 (INPA 286558); 1 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 616, 627, 633, 642c (INPA 286568, 286579, 286585, 286596); 2 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 652 (INPA 286607).



**Figure 4.** *Annulohypoxyton moriforme*. **A**, Stroma surface. **B**, Stromatal pigment. **C**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D**, Section of perithecia (arrows). **E**, Ascospores showing perispore dehiscence (arrows). **F**, Ascospores showing germ slit (arrows). **G**, SEM image of spores showing surface smooth and germ slit (arrows). Scale bars A = 3 mm. C,D = 1 mm. E,F = 10 µm. G = 2 µm.

**Notes:** *Annulohypoxyton leptascum* is distinguished by pale brown, ellipsoid to fusoid ascospores (Ju and Rogers 1996). According to Kuhnert et al. (2017) *A. macrosporum* (Y.M. Ju & R.D. Rogers) Sir & Kuhnert, differs from *A. leptascum* by having larger ascospores  $18.5\text{--}20.4 \times 4.6\text{--}5.5 \mu\text{m}$  vs  $7.5\text{--}13 \times 3\text{--}4 \mu\text{m}$  and lack of germ slit. Another similar species with pale brown fusoid ascospores is *A. urceolatum* (Rehm) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, however, it differs in the type of vinaceous stromatic pigment instead of green and dehiscence perispore (Ju and Rogers 1996). *A. leptascum* has already been recorded in the Atlantic Forest of the South, Southeast and Northeast of Brazil (Pereira 2015). This record is the first for *A. leptascum* present in the Amazon Rainforest.

***Annulohypoxyton moriforme*** (Henn.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *Mycologia* 97 (4): 859 (2005). (Figure 4)

Stromata glomerate, pulvinate to effused-pulvinate, 3–90 mm long  $\times$  2–20 mm broad  $\times$  0.4–1.3 mm thick; blackish surface, with olivaceous tones; blackish granules beneath the surface, with KOH-extractable pigments, Greenish Olivaceous (90) or Dull Green (70); the tissue below the perithecial layer, up to 1 mm thick. Perithecia spherical to obovoid, 0.4–1  $\times$  0.5–1 mm. Ostioles papillate, surrounded by a *truncatum*-type disc, 0.2–0.4 mm diam. Asci cylindrical, 75–140  $\times$  3.5–5 µm; spore-bearing part 55–75 µm, stipe 20–70 µm; with amyloid, discoid apical apparatus, 0.5  $\times$  1–1.2 µm. Ascospores brown to dark brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends, 5.2–9.2  $\times$  2.5–4.4 µm (N = 226, Me = 7.5  $\times$  3.4 µm), with straight germ



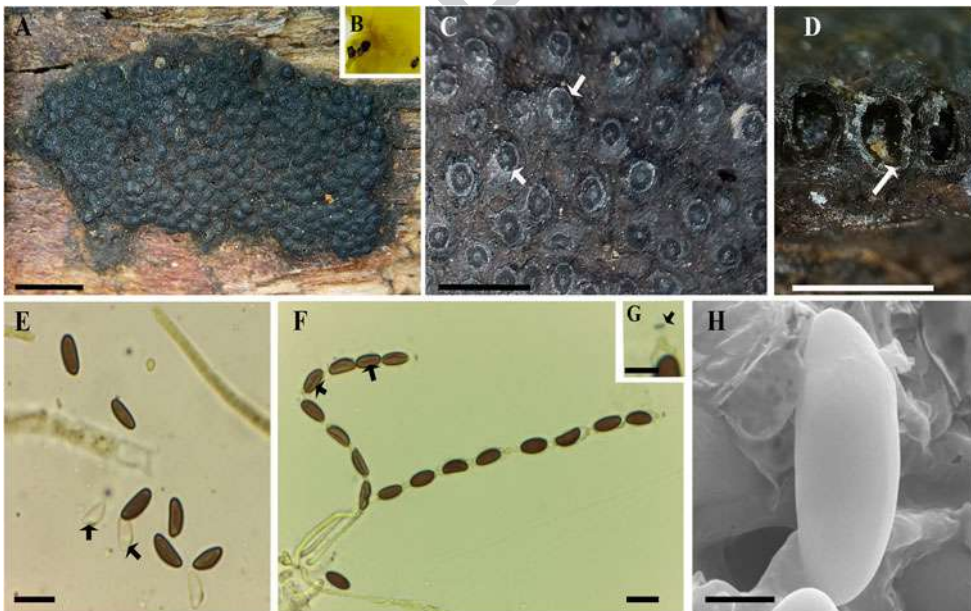
slit spore-length; perispore dehiscent in 10% KOH; epispore smooth; surface smooth under SEM.

**Known distribution:** Pantropical (Fournier and Lechat 2016).

**Habitat:** Growing on decayed trunks and branches, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, ZFII, 2 Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 274, (INPA 286296); 7 Jul. 2016, leg. K.S. Cruz 288, 294 (INPA 286310, 286316). Brazil, Manaus, RFAD, 15 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 571, 576 (INPA 286524, 286529). Brazil, Roraima, Caracarái, PNV, 13 Jul. 2017, leg. K.S. Cruz 319, 360 (INPA 286344, 286384); 5 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 383 (INPA 286407). Brazil, Acre, Rio Branco, PZ, 2 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 635, 637, 646b (INPA 286587, 286589, 286601).

**Notes:** Sir et al. (2018) described the stromata of *Annulohypoxyylon moriforme* as effused-applanate when the species grows on wood and glomerate to effused-pulvinate on bark. Here, a similar tendency is present, as the observed specimens of *A. moriforme*, *A. nitens* and *A. truncatum* have glomerate, pulvinate to effused-pulvinate stromata. *A. moriforme* differs from *A. nitens* and *A. truncatum* in having *bovei*-type rather than *truncatum*-type ostiolar discs. In addition, *A. moriforme* has small ascospores 6–9 × 3–4.5 μm in comparison with *A. truncatum*, 8–11 × 4–5 μm (Ju and Rogers 1996).



**Figure 5.** *Annulohypoxyylon nitens*. **A**, Stroma surface. **B**, Stromatal pigment. **C**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D**, Section of perithecia (arrows). **E**, Ascospores showing perispore dehiscent (arrows). **F**, Asci in Melzer showing ascospores germ slit (arrow). **G**, Amyloid apical apparatus (arrow). **H**, SEM image of spores showing surface smooth. Scale bars A = 3 mm. C, D = 1 mm. E, F = 10 μm. G = 5 μm. H = 2 μm.

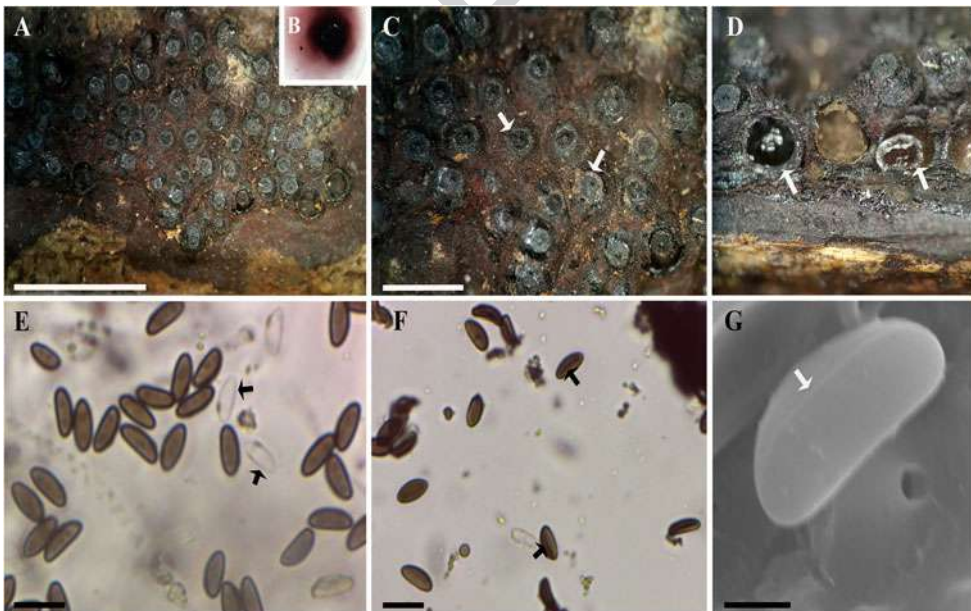
*Annulohypoxyton nitens* (Ces.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 861 (2005). (Figure 5)

Stromata glomerate to effused-pulvinate, 4–125 mm long × 4–25 mm broad × 0.5–1.2 mm thick; surface Dark Brown Vinaceous (84) when young, becoming blackish, with reddish brown tone, blackish granules beneath the surface, with KOH-extractable pigments, Greenish Olivaceous (90) or Citrine Green (67); the tissue below the perithecial layer inconspicuous. Perithecia spherical, 0.3–0.7 mm. Ostioles conical-papillate, surrounded by a *bovei*-type disc, 0.4–0.5 mm diam. Asci cylindrical, 110–140 × 4–5 µm; spore-bearing part 47–74 µm, stipe 40–70 µm; with amyloid, discoid apical apparatus, 0.5 × 1–1.3 µm. Ascospores light brown to brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends, 6.2–10.3 × 2.6–4.6 µm (N = 230, Me = 8.1 × 3.4 µm), with straight germ slit spore-length; perispore dehiscent in 10% KOH; epispore smooth; surface smooth under SEM.

**Known distribution:** Pantropical (Fournier and Lechat 2016).

**Habitat:** Growing on decayed trunks and branches, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, MUSA, 19 May 2016, leg. K.S. Cruz 267 (INPA 286289); 23 May 2016, leg. K.S. Cruz 260 (INPA 286282); 28 Apr. 2016, leg. K.S. Cruz 248, 259, 272 (INPA 286270, 286281, 286294). Brazil, Amazonas, Manaus, ZFII, 2



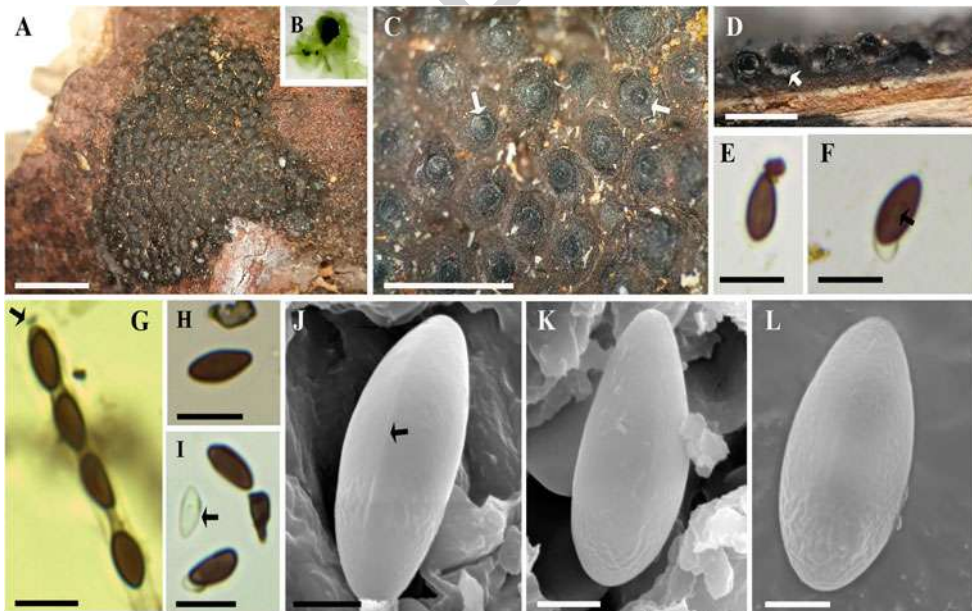
**Figure 6.** *Annulohypoxyton purpureonitens*. **A**, Stroma surface. **B**, Stromatal pigment. **C**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D**, Section of perithecia (arrows). **E**, Ascospores showing perispore dehiscent (arrows). **F**, Ascospores showing germ slit (arrows). **G**, SEM image of spores showing surface smooth and germ slit (arrow). Scale bars A = 3 mm. C,D = 1 mm. E,F = 10 µm. G = 2 µm.

Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 275 (INPA 286297); 4 Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 351 (INPA 286375). Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 14 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 588 (INPA 286539); 15 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 558, 563 (INPA 286510, 286515). Brazil, Roraima, Caracarái, PNV, 10 Jul. 2017, leg. K.S. Cruz 323, 346 (INPA 286348, 286370); 13 Jul. 2017, leg. K.S. Cruz 322 (INPA 286347); 3 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 387 (INPA 286411); 4 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 382 (INPA 286406); 5 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 425, 427, 749 (INPA 286452, 286452, 286709); 10 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 384 (INPA 286408). Brazil, Acre, Rio Branco, PZ, 2 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 636 (INPA 286588).

**Notes:** As mentioned above, *Annulohypoxyylon nitens* differs from *A. moriforme* and *A. truncatum* by the *bovei*-type ostiolar disc, rather than *truncatum*-type (Ju and Rogers 1996). This species was present in all areas from where the specimens were obtained. This record is the first for *A. nitens* present in the Amazon Rainforest.

***Annulohypoxyylon purpureonitens*** (Y.M. Ju & J.D. Rogers) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *Mycologia* 97(4): 861 (2005). (Figure 6)

Stromata effused-pulvinate, 8–35 mm long × 4–18 mm broad × 0.6–1 mm thick; surface Dark Brown Vinaceous (84) when young; becoming blackish, with reddish brown tone, vinaceous granules beneath the surface, with KOH-extractable pigments, Vinaceous Purple (101) or Vinaceous Gray (116); blackish tissue below the perithecial layer. Perithecia spherical, 0.4–1 mm. Ostioles conical-papillate, surrounded by a



**Figure 7.** *Annulohypoxyylon pyriforme*. **A**, Stroma surface. **B**, Stromatal pigment. **C**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D**, Section of perithecia (arrow). **E,H**, Pyriform ascospores. **F**, Ascospore showing germ slit (arrow). **G**, Amyloid apical apparatus (arrow). **I**, Ascospore showing perispore dehiscence (arrow). **J–L**, SEM image of spores showing surface rugulose and germ slit (arrow). Scale bars A = 3 mm. C,D = 1 mm. E–I = 10 µm. J–L = 2 µm.

*bovei*-type disc, 0.2–0.3 mm diam. Asci cylindrical, 94–102.5 × 5–6 µm; spore-bearing part 66–74 µm, stipe 24–36 µm; with amyloid, discoid apical apparatus, 0.4 × 1.2 µm. Ascospores light brown to brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends, 6.4–9 × 2.5–4.5 µm (N = 224, Me = 7.7 × 3.2 µm), with straight germ slit spore-length; perispore dehiscent in 10% KOH; episore smooth; surface smooth under SEM.

**Known distribution:** Brazil, Mexico and Argentina (Ju and Rogers 1996).

**Habitat:** Growing on decayed trunks and branches, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, MUSA, 16 Feb. 2016, leg. K.S. Cruz 231 (INPA 286253). Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 24 Feb. 2018 leg. K.S. Cruz 431 (INPA 286458). Brazil, Roraima, Caracaraí, PNV, 10 Jul. 2017, leg. K.S. Cruz 348 (INPA 286372); 3 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 395 (INPA 286419); 4 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 379 (INPA 286403); 6 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 335, 535 (INPA 286359, 286484).

**Notes:** *Annulohypoxyton purpureonitens* is one of the few species of the genus with vinaceous pigmentation that makes its identification easier. Ju and Rogers (1996) erected this species based on a comparison with *A. nitens* and separated them by the difference between stromatic pigmentation vinaceous purple vs greenish olivaceous.

***Annulohypoxyton* cf. *pyriforme*** (Y.M. Ju & J.D. Rogers) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *Mycologia* 97(4): 861 (2005). (Figure 7)

Stromata effused-pulvinate, 14–22 mm long × 8–12 mm broad × 0.6 mm thick; surface Fuscous Black (104) with brown vinaceous tone; blackish granules beneath the surface and among perithecia, with KOH-extractable pigments, Dull Green (70) or Green (20); inconspicuous tissue below the perithecial layer. Perithecia spherical, 0.4–0.6 mm. Ostioles papillate, usually overlain with a conspicuous white substance, surrounded by a small *truncatum*-type disc, 0.1 mm diam. Asci cylindrical, 119–121 × 5 µm; spore-bearing part 71–76 µm, stipe 44–50 µm; apical ring amyloid, inconspicuous, discoid, 0.5–0.7 × 1.2–1.5 µm. Ascospores brown to dark brown, pyriform or ellipsoid-inequilateral, with one end narrowly rounded and the other broadly rounded, 7.5–11 × 3.1–4.7 µm (N = 20, Me = 8.4 × 3.6 µm), with straight germ slit spore-length; perispore indehiscent or less frequently dehiscent in 10% KOH; episore smooth; surface rugulose under SEM.

**Known distribution:** Venezuela (Ju and Rogers 1996). First record for Brazil.

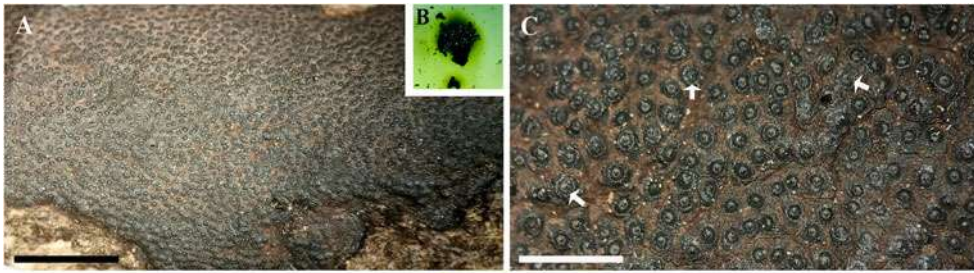
**Habitat:** Growing on decayed branches, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 14 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 538 (INPA 286488).

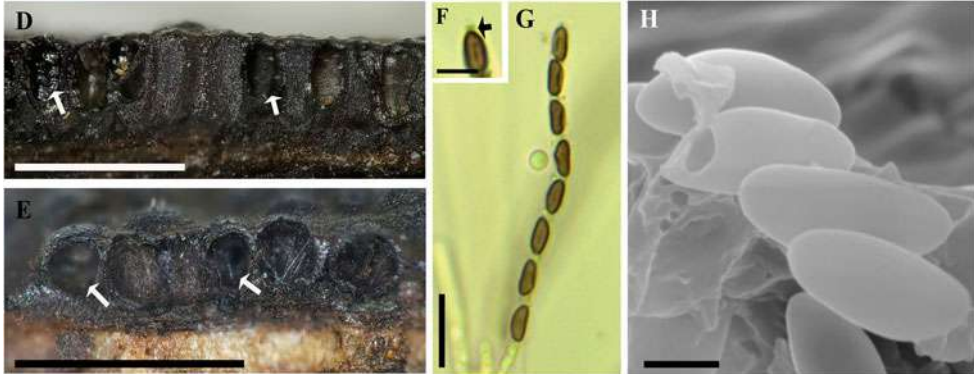
**Notes:** Most species of *Annulohypoxyton* have a greenish pigment hue. What distinguishes *A. pyriforme* from other species with green pigmentation is the peculiar pyriform shape of its ascospores. *A. pyriforme* described here was found in the same area as



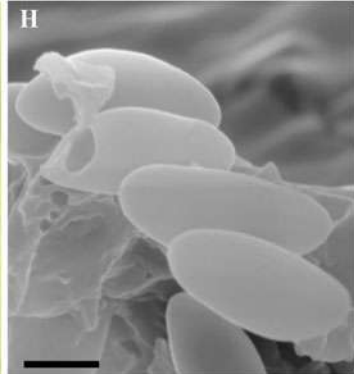
500



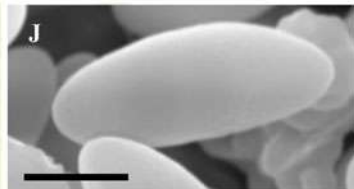
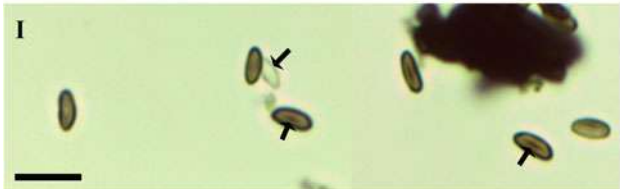
505



510



515



520

**Figure 8. *Annulohypoxyton stygium*.** **A**, Stroma surface. **B**, Stromatal pigment. **C**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D,E**, Section of perithecia (arrows). **F**, Amyloid apical apparatus (arrow). **G**, Ascus in Melzer. **H,J**, SEM image of spores showing surface smooth. **I**, Ascospores showing perispore dehiscent (arrows) and germ slit (arrows). Scale bars A = 3 mm. C–E = 1 mm. F = 5  $\mu$ m. G,I = 10  $\mu$ m. H = 2  $\mu$ m. J = 1  $\mu$ m.

525

*A. archeri*. These two species have similar stromatal morphology, with small disc (0.1 mm diam.) and green pigment, but can be easily differentiated by the shape of the ascospores (pyriform vs ellipsoid) and the type of perispore (indehiscent vs dehiscent) (Ju and Rogers 1996). The perispore of the specimen described here ranges from dehiscent to indehiscent, and the ascospores are not completely pyriform as described by Ju and Rogers (1996). However, the other characteristics are in agreement with these authors. *A. pyriforme* may represent the first record for Brazil.

530

535

***Annulohypoxyton stygium* (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 861 (2005). (Figure 8)**

Stromata effused-pulvinate, 5–85 mm long  $\times$  4–20 mm broad  $\times$  0.3–1 mm thick; surface Vinaceous Gray (116), Dark Brick (60) to blackish, with reddish brown to a faint purplish tone, dull reddish brown granules beneath the surface and between perithecia, with KOH-extractable pigments, Dull Green (70) or Greenish Olivaceous (90); blackish inconspicuous tissue below the perithecial layer. Perithecia obovoid to

540



tubular, 0.3–0.7 × 0.2–0.3 mm. Ostioles papillate, surrounded by a *truncatum*-type disc, 0.1–0.2 mm diam. Asci cylindrical, 50–80 × 3–4 μm; spore-bearing part 40–60 μm, stipe 10–30 μm; with amyloid, discoid apical apparatus, 0.4 × 1 μm. Ascospores light brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends, 4.7–7.4 × 1.7–3.4 μm (N = 420, Me = 5.6 × 2.5 μm), with straight germ slit spore-length; perispore dehiscent in 10% KOH; epispore smooth; surface smooth under SEM.

**Known distribution:** Pantropical (Fournier and Lechat 2016).

**Habitat:** Growing on decayed trunks and branches, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, MUSA, 19 Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 257 (INPA 286279), 27 Apr. 2016, leg. K.S. Cruz 245, 246 (INPA 286267, 286268). Brazil, Amazonas, Manaus, ZFII, 8 Feb. 2016, leg. K.S. Cruz 296 (INPA 286318); 2 Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 275 (INPA 286297); 3 Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 292, 293 (INPA 286314, 286315); 7 Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 291 (INPA 286313); 8 Jun. 2016, leg. K.S. Cruz 289, 290 (INPA 286311, 286312). Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 2 Feb. 2018, leg. K.S. Cruz 433, 435 (INPA 286460, 286462); 14 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 541b, 551 (INPA 286492, 286502); 15 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 564 (INPA 286516). Brazil, Roraima, Caracarái, PNV, 11 Jul. 2017, leg. K.S. Cruz 341 (INPA 286365); 4 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 324, 385 (INPA 286349, 286409); 6 Oct. 2017, leg. K.S. Cruz 403, 406, 426 (INPA 286429, 286432, 286453). Brazil, Acre, Rio Branco, PZ, 1 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 629 (INPA 286581); 3 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 682, 685, 687, 690, 691a (INPA 286634, 286636, 286638, 286637, 286642, 286643).

**Notes:** *Annulohypoxyton stygium* and *A. atroseum* are similar in having small ostiolar disc 0.1–0.2 mm diam., green KOH pigments and small ascospores 5–7 × 2–3 μm, but stromata of *A. atroseum* have rosy surface tones and nodulisporium-like conidiogenous structures vs. the periconiella-like structures of *A. stygium* and its vinaceous gray to blackish surface hue (Ju and Rogers 1996). Some analysed specimens, classified as *A. stygium*, are visually like *A. atroseum* in terms of macroscopic features, such as having a Vinaceous Gray (116), Dark Brick (60) with reddish brown to a faint purplish surface tone. However, it is not possible to determine if those specimens are *A. atroseum* or *A. stygium*, as cultures were not obtained in order to check their conidial structures. This same resemblance was described by Fournier and Lechat (2016), where the specimens were finally classified as *A. stygium*. Ju and Rogers (1996) described the perithecia of *A. stygium* only as obovoid, but later descriptions by Fournier and Lechat (2016) and Cruz and Cortez (2016) observed that for this species, perithecia vary from obovoid to tubular, and the same was confirmed for the specimens used in this study. *A. stygium* was one of the most recurring identified species in the areas where specimens were collected, as it occurs in most Brazilian regions (Pereira 2015).

***Annulohypoxyton truncatum*** (Starbäck) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *Mycologia* 97(4): 861 (2005). (Figure 9)

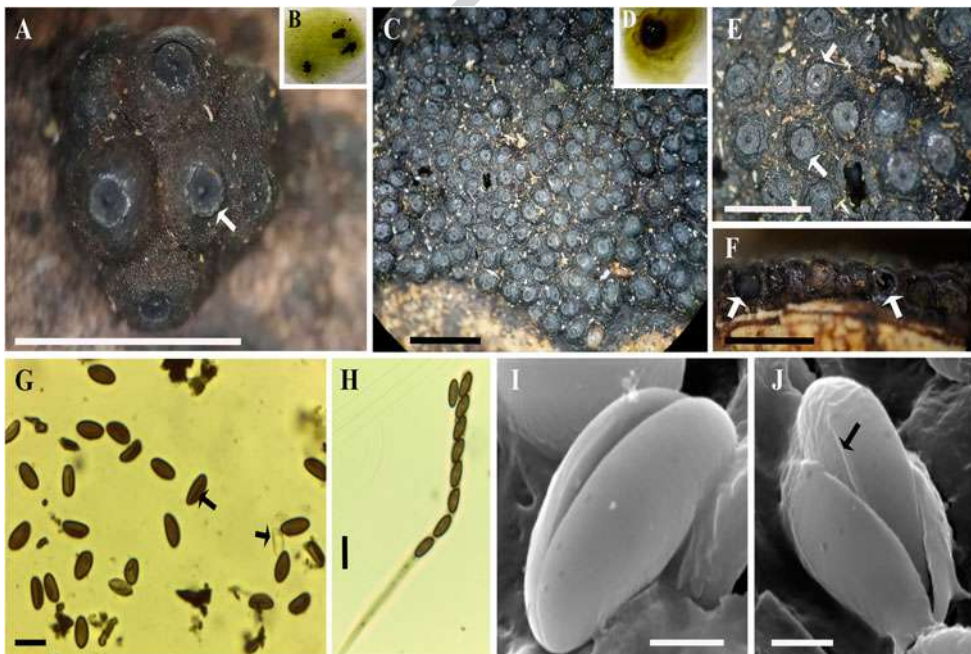
Stromata glomerate to effused-pulvinate, 2–93 mm long × 2–25 mm broad × 0.6–1 mm thick; surface dark reddish brown, blackish granules beneath the surface, with

KOH-extractable, Greenish Olivaceous (90) or Dull Green (70); the tissue below the perithecial layer, up to 0.5 mm thick. Perithecia spherical, 0.3–0.6 mm. Ostioles papillate, surrounded by a *truncatum*-type disc, 0.2–0.3 mm diam. Asci cylindrical, 120–180 × 4–6 µm; spore-bearing part 70–90 µm, stipe 50–95 µm; with amyloid, discoid apical apparatus, 0.5 × 1 µm. Ascospores brown to dark brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends, 6.7–11.1 × 3.1–5.8 µm (N = 310, Me = 8.8 × 4.2 µm), with straight germ slit spore-length; perispore dehiscent in 10% KOH; epispore smooth; surface smooth under SEM.

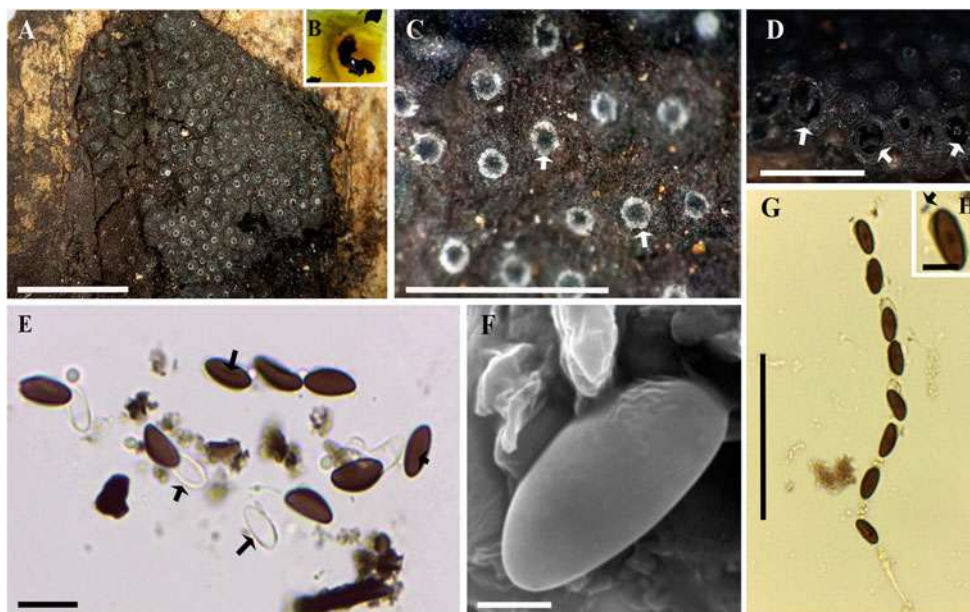
**Known distribution:** Pantropical (Fournier and Lechat 2016).

**Habitat:** Growing on decayed trunks and branches, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, MUSA, 16 Feb. 2016, leg. K.S. Cruz 230 (INPA 286252); 19 May 2016, leg. K.S. Cruz 238, 271 (INPA 286260, 286293); 23 May 2016, leg. K.S. Cruz 251 (INPA 286273). Brazil, Amazonas, Manaus, ZFII, 2 Mar. 2016, leg. K.S. Cruz 356 (INPA 286380); 8 Jun. 2016, leg. K.S. Cruz 295, 297a (INPA 286317, 286319); 14 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 541a (INPA 286491). Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 15 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 595, 569a (INPA 286546, 286521). Brazil, Acre, Rio Branco, PZ, 1 Aug. 2018, leg. K.S. Cruz 617 (INPA 86569).



**Figure 9.** *Annulohypoxyton truncatum*. **A,C**, Stroma surface. **B,D**, Stromatal pigment. **E**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **F**, Section of perithecia (arrows). **G**, Ascospores showing perispore dehiscent (arrow) and germ slit (arrow). **H**, Ascus in Melzer. **I,J** SEM image of spores showing surface smooth and germ slit (arrow). Scale bars A,C = 3 mm. E,F = 1 mm. G,H = 10 µm. I,J = 2 µm.



**Figure 10.** *Annulohypoxyton* sp. **A**, Stroma surface. **B**, Stromatal pigment. **C**, Top view of stroma showing details of ostiolar discs (arrows). **D**, Section of perithecia (arrows). **E**, Ascospores showing perispore dehiscence (arrows) and germ slit (arrows). **F**, SEM image of spores showing surface semi-rugulose. **G**, Ascus in Melzer. **H**, Amyloid apical apparatus (arrow). Scale bars A = 3 mm. C, D = 1 mm. E = 10  $\mu$ m. F = 2  $\mu$ m. G = 40  $\mu$ m. H = 5  $\mu$ m.

**Notes:** According to Ju and Rogers (1996) *A. truncatum* is distinguished from *A. annulatum* (Schweinitz) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, in having the stromata effused-pulvinate vs hemispherical. Other species similar to *A. truncatum* are *A. nitens* and *A. moriforme*, whose morphological features were discussed above.

***Annulohypoxyton* sp. (Figure 10)**

Stromata effused-pulvinate, 14–22 mm long  $\times$  8–12 mm broad  $\times$  0.4 mm thick; surface Fuscous Black (104); blackish granules beneath the surface and among perithecia, with KOH-extractable pigments, Citrine Green (67) or Greenish Olivaceous (90); the tissue below the perithecial layer inconspicuous. Perithecia spherical, 0.3–0.4 mm diam. Ostioles papillate, usually overlain with a conspicuous white substance, surrounded by a small *truncatum*-type disc, 0.1 mm diam. Asci cylindrical, 91–136.5  $\times$  4  $\mu$ m; spore-bearing part 64–70  $\mu$ m, stipe 27–66.5  $\mu$ m; with amyloid, discoid apical apparatus, 0.4–0.7  $\times$  1.3–1.8  $\mu$ m. Ascospores brown to dark brown, ellipsoid-inequilateral, with narrowly rounded ends, 7.6–10  $\times$  3–4  $\mu$ m (N = 25, Me = 8.7  $\times$  3.6  $\mu$ m), with straight germ slit spore-length; perispore dehiscence in 10% KOH; epispore smooth; surface semi-rugulose under SEM.

**Known distribution:** Known only from one locality.

**Habitat:** Growing on decayed branches, near forest trails.

**Material examined:** Brazil, Amazonas, Manaus, RFAD, 7 Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 599 (INPA 286550).

**Notes:** *Annulohypoxyton* sp. is characterised by the small disc, 0.1 mm diam. overlain with a conspicuous white substance. It is morphologically similar to *A. michelianum* (Cesati & De Notaris) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh but has small ascospores  $7.6\text{--}10 \times 3\text{--}4 \mu\text{m}$  vs  $11\text{--}15 \times 4.5\text{--}5.5 \mu\text{m}$  and the perispore indehiscent vs perispore dehiscent (Ju and Rogers 1996). *Annulohypoxyton* sp. can be differentiated from *A. microdiscum* (Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh) Sir & Kuhnert by its larger ascospores  $7.6\text{--}10 \times 3\text{--}4 \mu\text{m}$  vs  $10\text{--}11 \times 4\text{--}6 \mu\text{m}$ . In addition, it differs in the colour of the KOH- pigments citrine green vs umber (Kuhnert et al. 2017). Besides *A. microdiscum* and *A. michelianum* are known for Europe (Rubio et al. 2016, Kuhnert et al. 2017) and *A. michelianum* for Asia too (Miller 1961). Additional material needs to be studied before a determination can be made for the Brazilian fungus.

### Key to *Annulohypoxyton* from the tropical Amazon forest of Brazil

1a Ostiolar discs <0.2 mm diam.	2
1b Ostiolar discs >0.2 mm diam.	6
2a KOH-extractable pigments citrine green	<i>Annulohypoxyton</i> sp.
2b KOH-extractable pigments green	3
3a Surface fawn with orange brown tone	<i>A. dukensis</i>
3b Surface of other colours and tones	4
4a Ascospores pyriform	<i>A. pyriforme</i>
4b Ascospores ellipsoid-inequilateral	5
5a Ascospores light brown, $5\text{--}7 \times 2\text{--}3 \mu\text{m}$	<i>A. stygium</i>
5b Ascospores brown to dark brown, $7.5\text{--}11 \times 3.5\text{--}5 \mu\text{m}$	<i>A. archeri</i>
6a KOH-extractable pigments vinaceous	<i>A. purpureonitens</i>
6b KOH-extractable pigments green	7
7a Ostioles surrounded by a <i>bovei</i> -type disc	<i>A. nitens</i>
7b Ostioles surrounded by a <i>truncatum</i> -type disc	8
8a Ascospores pale brown, ellipsoid to fusoid	<i>A. leptascum</i>
8b Ascospores brown to dark brown, ellipsoid-inequilateral	9
9a Ascospores $6\text{--}9 \times 3\text{--}4.5 \mu\text{m}$	<i>A. moriforme</i>
9b Ascospores $8\text{--}11 \times 4\text{--}5 \mu\text{m}$	<i>A. truncatum</i>

### Acknowledgements

The authors are indebted to the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for financial support, and the Thematic Laboratory of Optical and Electronic Microscopy of the National Institute for Research in the Amazon (INPA) for providing the SEM images. We gratefully acknowledge Prof. Dr. Vagner Cortez (UFPR, Brazil) for his presubmission review and valuable suggestions. We also wish to acknowledge Márcia Teixeira, Raelle Silva, Chirley Silva, Geysa Silva and Luziane Nascimento, for support during fieldwork in Acre.

### Disclosure statement

**Q2** No potential conflict of interest was reported by the author(s).

### Funding

**Q1** This work was supported by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



## ORCID

Kely da S. Cruz  <http://orcid.org/0000-0002-5951-7042>

Marly C. Lima  <http://orcid.org/0000-0003-4928-8474>

Maria A. de Jesus  <http://orcid.org/0000-0002-6625-042X>

Antônia Q. L. de Souza  <http://orcid.org/0000-0001-5602-8617>

## References

- Boubli JP, Hrbek T. 2012. Introdução à Biodiversidade Amazônica. In: Marcon JL, Menin M, Araújo MGP, Hrbek T, editor. Biodiversidade amazônica: caracterização, ecologia e conservação. Manaus, BR: EDUA; p. 11–17.
- Cruz KS, Cortez VG. 2016. *Annulohyphoxylon* (Xylariales) from western Paraná, Brazil. *Mycotaxon*. 131:395–402.
- Daranagama DA, Hyde KD, Sir EB, Thambugala KM, Tian Q, Samarakoon MC, McKenzie EHC, Jayasiri SC, Tibpromma S, Bhat JD, et al. 2018. Towards a natural classification and backbone tree for Graphostromataceae, Hypoxylaceae, Lopadostomataceae and Xylariaceae. *Fungal Diversity*. 88:1–165.
- Dennis RWG. 1964. Further Records of Congo Xylariaceae. *Bull. Jard. Bot. État*. 34:231–241.
- Fournier J, Lechat C. 2016. Some *Annulohyphoxylon* spp. (Xylariaceae) from French Guiana, including three new species. [cited 2020 Feb 22]:[33–53 p.]. Available from: [Ascomycete.org](http://Ascomycete.org). doi:10.25664/art-0169.
- Hsieh HM, Ju YM, Rogers JD. 2005. Molecular phylogeny of *Hypoxylon* and closely related genera. *Mycologia*. 97:844–865.
- Ju YM, Rogers JD. 1996. A revision of the genus *Hypoxylon*. Minnesota, USA: The American Phytopathological Society St. Paul.
- Kuhnert E, Sir EB, Lambert C, Hyde KD, Hladki AI, Romero AI, Rohde M, Stadler M. 2017. Phylogenetic and chemotaxonomic resolution of the genus *Annulohyphoxylon* (Xylariaceae) including four new species. *Fungal Diversity*. 85:1–43.
- Miller JH. 1961. A monograph of the world species of *Hypoxylon*. Athens, USA: University of Georgia Press.
- Rayner RW. 1970. A mycological colour chart. Kew: Commonwealth Mycological Institute.
- Ritter CD, Zizka A, Barnes C, Nilsson RH, Roger F, Antonelli A. 2018. Locality or habitat? Exploring predictors of biodiversity in Amazonia. *Ecography*. 42:321–333.
- Rodrigues DJ, Noronha JC, Vindica VF. 2015. Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino. In: Drechsler-Santos ER, Salvador-Montoya CA, Alves-Silva G, Fernandes M, Reck M, Palacio M, Nunes P, Elias S, Batistella DA, Smiderle EC, et al. editor. Macrofungos: Aspecto Preliminares Sobre a Diversidade de Basidiomycota. Belo Horizonte, BR: Áttema Editorial; p. 57–67.
- Rubio E, De la Peña S. *Annulohyphoxylon michelianum* una rara especie laurícola recolectada en el noroeste español. [cited 2020 Sep 28]:[25–29 p.]. Available from: [Ascomycete.org](http://Ascomycete.org). doi:10.25664/art-0167.
- Sir EB, Kuhnert E, Hladki AI, Romero AI. 2018. *Annulohyphoxylon* (Hypoxylaceae) species from Argentina. *Darwiniana, nueva serie*. 6(1):68–83.
- Suwannasai N, Whalley AM, Whalley AJS, Thienhirun S, Sihanonth P. 2012. Ascus apical apparatus and ascospore characters in Xylariaceae. *IMA Fungus*. 3:125–133.
- Van Der Gucht K. 1995. Illustrations and descriptions of Xylariaceous Fungi collected in Papua New Guinea. *Bull. Nat. Plantentuin Belg*. 64:219–403.
- Wendt L, Sir EB, Kuhnert E, Heitkämper S, Lambert C, Hladki AI, Romero AI, Luangsa-ard JJ, Srikitikulchai P, Peršoh D, Stadler M. 2018. Resurrection and emendation of the Hypoxylaceae, recognised from a multi gene phylogeny of the Xylariales. *Mycological Progress*. 17:115–154.
- Wijayawardene NN, Hyde KD, Al-Ani LKT, Tedersoo L, Haelewaters D, Rajeshkumar KC, Zhao RL, Aptroot A, Leontyev DV, Saxena RK, et al. 2020. Outline of *Fungi* and fungus-like taxa. *Mycosphere*. 11(1):1060–1456. doi:10.5943/mycosphere/11/1/8.

Whalley AJS, Hywel-Jones NL, Gareth JEB, Whalley MA. 1995. A preliminary account of the genera *Biscogniauxia* and *Hypoxylon* in the Chanthaburi and Chon Buri Provinces of South East Thailand. *Sydowia*. 47(1):70–81.

Pereira J. 2015. Xylariales in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [cited 2020 Feb 22]. Available from: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB121107>.

770

775

780

785

790

795

800

805

810

PROOF ONLY

O manuscrito será submetido para avaliação à revista Acta Amazônica: ver normas em [https://acta.inpa.gov.br/guia\\_ingles.php](https://acta.inpa.gov.br/guia_ingles.php)

### **HYPOXYLON (HYPOXYLACEAE, ASCOMYCOTA) DA FLORESTA AMAZÔNICA OCIDENTAL BRASILEIRA**

Kely da Silva Cruz<sup>1,2,\*</sup>, Marly Castro Lima<sup>2</sup>, Maria Aparecida de Jesus<sup>1,2</sup>, Antônia Queiroz Lima de Souza<sup>1,3</sup>, Ceci Sales-Campos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Avenida Carvalho Leal, 1777, Cachoeirinha, 69065-170, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Tecnologia e Inovação. Avenida André Araújo, 2.936, Petrópolis 69011970, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>3</sup>*Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Faculdade de Ciências Agrárias, Avenida. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, 69067-005, Coroado I, Manaus, Amazonas, Brasil.*

\*[cruzsk@outlook.com](mailto:cruzsk@outlook.com)

## RESUMO

Esse estudo apresenta a descrição de 21 táxons de *Hypoxylon* registrados para região amazônica ocidental brasileira. Foram analisados 146 espécimes, distribuídos em 21 táxons: *Hypoxylon aeruginosum*, *H. anthochroum*, *H. crocopeplum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *H. fuscopurpureum*, *H. fuscum*, *H. cf. fusoideosporum*, *H. haematostroma*, *H. hypomiltum*, *H. investiens*, *H. lenormandii*, *H. macrosporum*, *H. perforatum*, *H. pilgerianum*, *H. rhombisporum*, *H. rubiginosum*, *H. subgilvum*, *H. subrutilum*, *Hypoxylon* sp.1, *Hypoxylon* sp.2. Dentre estas, *H. aeruginosum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *H. cf. fusoideosporum*, *H. macrosporum* e *H. rhombisporum* são novos registros para o Brasil e *Hypoxylon* sp.1. e *Hypoxylon* sp.2 podem representar novos táxons para ciência. Com exceção de *H. hypomiltum*, todas as espécies são novos registros para a região amazônica. O levantamento desse estudo ampliou a distribuição das espécies de *Hypoxylon* de quatro para 23 espécies conhecidas na região Norte e de 31 para 37 espécies conhecidas no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** ascomycetes, fungo peritecial, micobiota, taxonomia.



## INTRODUÇÃO

*Hypoxylon* Bull. é o gênero tipo e o mais representativo da família Hypoxylaceae com cerca de 200 espécies (Hyde *et al.* 2020). Suas espécies são caracterizadas por produzirem ascoma peritecial do tipo, principalmente, efuso-pulvinado com ostíolo umbilicado e superfície estromática de coloração negra, menos frequente alaranjada e marrom-vinaceo. Esses ascomas, quando montados em KOH 10%, liberam pigmentos de coloração variada e com valor quimiotaxonômico (Ju e Rogers 1996).

As espécies de *Hypoxylon* estão amplamente distribuídas em áreas de clima tropical, subtropical e temperada, com distribuição cosmopolita e suas espécies são encontradas como saprófitas e endófitas (Sir *et al.* 2016). As espécies de *Hypoxylon* produzem metabólitos secundários com atividade antimicrobiana, antifúngica, citotóxica, inseticida dentre outras (Schlingmann *et al.* 2002; Bills *et al.* 2012; Kuhnert *et al.* 2014; Ulloa-Benítez *et al.* 2016; Pourmoghaddam *et al.* 2020).

No Brasil, são conhecidas 31 espécies de *Hypoxylon* distribuídas nas regiões: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (Pereira 2015). Destas, somente quatro espécies são conhecidas para a região Norte: *Hypoxylon brevisporum* Y.-M. Ju & J. D. Rogers, *H. dickermanii* Theiss., *H. erythrostroma* J. H. Miller e *H. hypomiltum* Mont. O baixo número de registros para essa região é percebido pelo fato dos estudos com a família Hypoxylaceae serem realizados principalmente nas regiões Nordeste e Sul (Poroca 1976; Pereira *et al.* 2008a, b, 2009, 2010; Cruz e Cortez 2015, 2016 e Silva *et al.* 2020). Os fungos da região Norte foram estudados, principalmente, por especialistas estrangeiros (Fidalgo 1970). A família Hypoxylaceae foi estudada no Norte por Silveira e Rodrigues (1985). Devido à carência no estudo dessa família na região Norte, este trabalho visa incrementar a diversidade de Hypoxylaceae para a região. Logo, esse trabalho teve como objetivo incrementar a diversidade de Hypoxylaceae para a região.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes de *Hypoxylon* spp. foram coletados durante o período chuvoso de 2016-2018, sendo realizadas ao menos duas coletas durante 2-7 dias em cada localidade: Museu da Amazônia (MUSA) (3°0'27.00"S, 59°56'22.92"); Estação Experimental de Silvicultura Tropical (ZFII) (2°35'00''S, 60°20'00''W); Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) (2°54'2.14"S, 60°5'12.24"O) e em Manaus-AM; Parque Nacional do Viruá (PNV) (1°30'36"N, 60°42'59"O) em Caracaraí-RR; Fazenda Experimental Catuaba (FEC) (10°4'36"S, 67°37'0"W)

em Senador Guimard-AC e Parque Zoobotânico (PZ) (9°57'25.9"S, 67°52'28.7"W) em Rio Branco-AC. Os espécimes foram analisados macro e micro morfológicamente de acordo com as técnicas padrões usados no estudo taxonômico do gênero. O código de cores aplicado seguiu a carta de cores de Rayner (1970). As fotografias das microestruturas foram obtidas em estereomicroscópio Leica DM500, equipados com câmera digital Leica EC3 e software LAS EZ. As mensurações foram processadas por meio do software ImageJ, obtido gratuitamente em <https://imagej.nih.gov/ij/> sendo que, N representa o número de ascósporos mensurados (comprimento × largura) e, Me representa a média dos ascósporos. Os nomes científicos dos fungos seguem o banco de dados MycoBank. Todo os espécimes estudados foram depositados no Herbário do Instituto de Pesquisa da Amazônia e no Herbário da Universidade Federal do Acre (UFACPZ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Chave de identificação das espécies de *Hypoxyton* da Amazônia Ocidental Brasileira

1. Estroma liberando pigmento alaranjado em KOH 10%.....2
1. Estroma liberando pigmento de outra cor em KOH 10%.....8
2. Estroma glomerado, tipo roselinioide.....*H. lenormandii*
2. Estroma efuso-pulvinado, diferente de roselinioide.....3
3. Ascósporos > 20 µm.....*H. cf. fusoidesporum*
3. Ascósporos < 20 µm.....4
4. Peritécio esférico de 0,1–0,3 mm.....*H. pilgerianum*
4. Peritécio de outra forma e > 0,3 mm.....5
5. Ascósporos 11–18 × 6–10 µm.....*H. crocopeplum*
5. Ascósporos menores.....6
6. Peritécio obovoide.....*H. fendleri*
6. Peritécio de outra forma.....7
7. Ascósporos com fenda germinativa sigmoide.....*H. subgilvum*
7. Ascósporos com fenda germinativa reta.....*H. rubiginosum*
8. Estroma liberando pigmento lilás em KOH 10%.....9
8. Estroma liberando pigmento verde em KOH 10%.....11
9. Estroma azul ciano.....*H. aeruginosum*
9. Estroma de outra cor.....10
10. Ascósporos romboides, perispório indeiscente.....*H. rhombisporum*

10. Ascósporos elipsoides-inequilaterais, perispório deiscente.....*Hypoxylon sp.2*
11. Ascósporos > 20 µm.....*H. macrosporum*
11. Ascósporos < 20 µm.....12
12. Ascósporos fusoides.....*H. hypomiltum*
12. Ascósporos elipsoides a elipsoides-inequilaterais.....13
13. Ascósporos marrom-escuros, 15,4–19,9 × 6,6–8,8 µm.....*H. subrutilum*
13. Ascósporos marrons, com tamanhos menores.....14
14. Superfície do estroma marrom-vináceo com ostíolos recoberto com substância branca.....*H. perforatum*
14. Superfície do estroma marrom-vináceo com ostíolos sem a substância branca.....15
15. Ascósporos elipsoides, perispório indeiscente.....*H. investiens*
15. Ascósporos oblongos a elipsoides-inequilaterais, perispório deiscente ou indeiscente.....16
16. Ascósporos de 9,4–17,2 × 4,3–7,3 µm, perispório estriado.....*H. duranii*
16. Ascósporos de outro tamanho, perispório sem estrias.....17
17. Perispório indeiscente.....*H. fuscopurpureum*
17. Perispório deiscente.....18
18. Ascósporos oblongos a elipsoides, 7,1–9,7 × 2,9–4 µm.....*Hypoxylon sp.1*
18. Ascósporos elipsoides-inequilaterais, com tamanhos diferentes.....19
19. Peritécios obovóides a tubulares, com ascósporos 7,9–13,8 × 3,3–6,8 µm e fenda germinativa reta a levemente sigmoide.....*H. anthochroum*
19. Peritécios esféricos a obovóides, com ascósporos 9,4–17,2 × 4,3–7,3 µm e fenda germinativa sigmoide.....*H. fuscum*

## TAXONOMIA

1. *Hypoxylon aeruginosum* J.H. Mill., Mycologia 25 (4): 321 (1933).

(Figura 1 a–h)

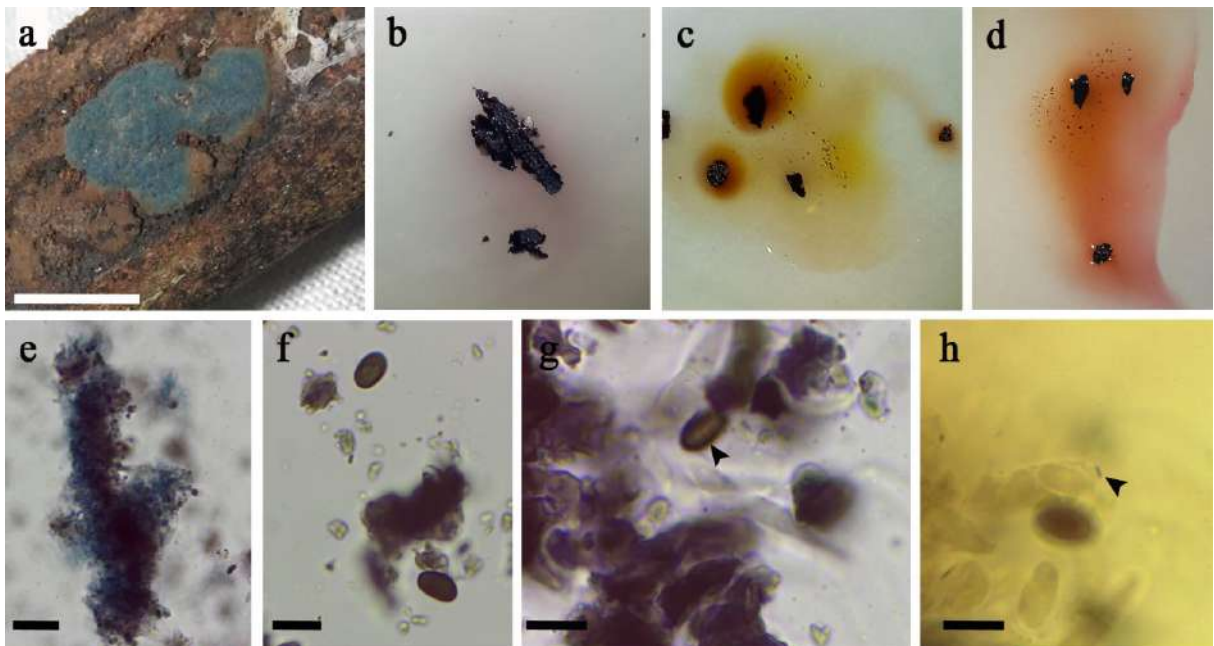
Estroma efuso-pulvinado a discoide, 10–15 × 8–10 mm; superfície Cyan Blue (26) com margem Brick (59); com grânulos negros abaixo da superfície e entre os peritécios, pigmentos Umber (9) e tons Vinaceous (85) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecual inconspícuo. Peritécios obovóides a tubulares, 0,3–0,6 × 0,2–0,3 mm. Ostíolos umbilicados. Ascospores colapsados, com anel apical J+, discoide, 0,3–0,4 × 1,3–1,6 µm. Ascósporos marrom-claros a marrom, elipsoides a levemente equilateral, 7,4–11,1 × 3,9–5,8 µm (N=39; Me= 8,8 × 4,8 µm), fenda germinativa reta no tamanho do esporo; perispório indeiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** África, América do Norte e Sul, Europa e Ásia (Fournier *et al.* 2016; Fournier e Lechat 2015; Diaz *et al.* 2018)

**Substrato:** sobre galho em decomposição

**Espécime examinado:** Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 614a (286564).

**Nota:** *Hypoxyylon aeruginosum* é distinto das outras espécies do gênero pois apresenta o estroma azul ciano e os ascósporos elipsoides a levemente equilaterais, enquanto a maioria das espécies de *Hypoxyylon* apresentam os estromas enegrecidos a marsala e ascósporos elipsodes-inequilaterais (Ju e Rogers 1996). Portanto, a combinação dessas características torna a identificação dessa espécie relativamente fácil. O espécime examinado aqui difere quanto o tamanho da fenda germinativa da espécie descrita por Ju e Rogers (1996), pois apresenta fenda germinativa reta no comprimento do esporo em vez de fenda germinativa reta menor do que o comprimento do esporo. Esse é o primeiro registro no Brasil.



**Figura 1:** *Hypoxyylon aeruginosum*. a, superfície do estroma; b, c, d, variações de pigmentos estromáticos; e, grânulos estromáticos; f, ascósporos; g, ascósporo mostrando fenda germinativa (seta); h, anel apical (seta). Barra de escala. a= 10 mm; e, f, g, h= 10  $\mu$ m.

2. *Hypoxyylon anthochroum* Berk. & Broome, Journal of the Linnean Society. Botany 14 (74): 122 (1873).

(Figura 2 a–d)

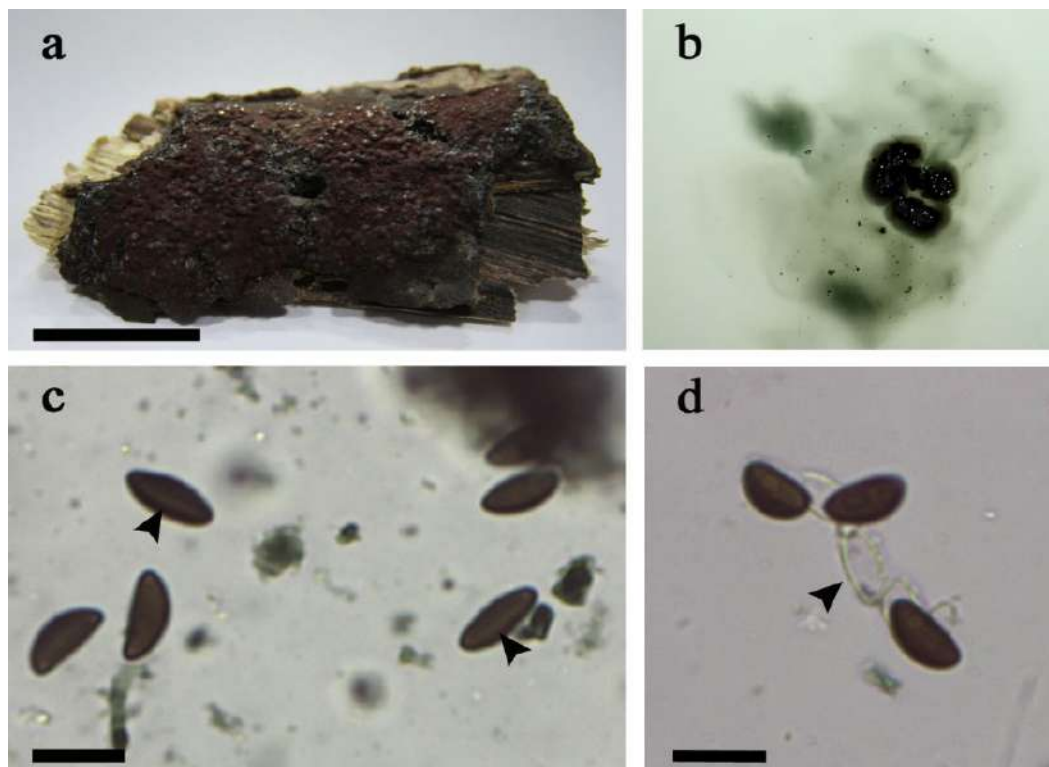
Estromas efusos-pulvinados, 10–50  $\times$  8–15 mm; superfície Brown Vinaceous (84) tornando-se negra quando velho; com grânulos negros entre os peritécios, pigmento Green (50) ou Greenish

Olivaceous (90) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecual inconspícuo. Peritécios obovóides a tubulares,  $0,3\text{--}0,8 \times 0,2\text{--}0,4$  mm. Ostíolos umbilicados. Ascospóros colapsados, com anel apical J+, discoide,  $0,9\text{--}1 \times 1,8\text{--}2,3$   $\mu\text{m}$ . Ascósporos marrom-claros a marrons, elipsoides-inequilaterais,  $7,9\text{--}13,8 \times 3,3\text{--}6,8$   $\mu\text{m}$  (N= 289; Me=  $10,3 \times 4,3$   $\mu\text{m}$ ), fenda germinativa reta a levemente sigmoide do tamanho do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** América do Norte e Sul, Ásia e Oceania (Ju e Rogers 1996; Vasilyeva *et al.* 2012; Cruz e Cortez 2015; Diaz *et al.* 2018).

**Substrato:** sobre galho e tronco em decomposição

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 16.IV.2016, *leg.* K.S. Cruz 234 (INPA 286254). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 651 (286606); *leg.* K.S. Cruz 654 (286609); *leg.* K.S. Cruz 657 (286612). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 721 (INPA 286678); *leg.* K.S. Cruz 722 (INPA 286679); *leg.* K.S. Cruz 739a (INPA 286679).



**Figura 2:** *Hypoxylon anthochroum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando fenda germinativa (setas); d, ascósporos mostrando perispório deiscente (seta). Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu\text{m}$ .

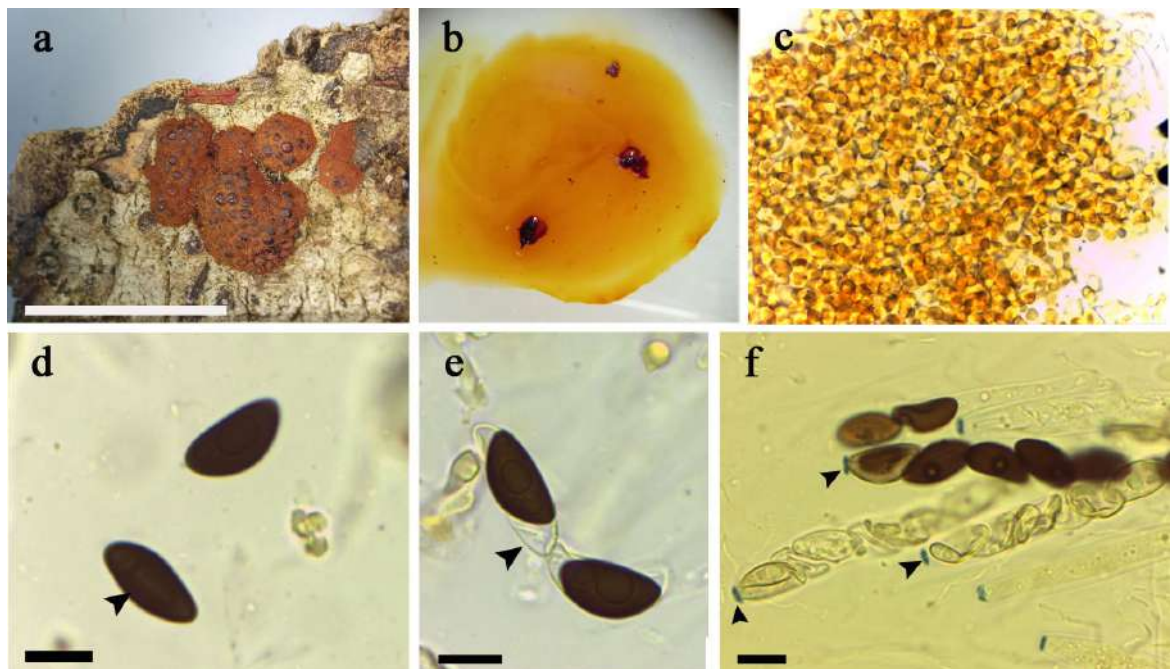
**Nota:** *Hypoxylon anthochroum* é caracterizado pelo estroma marsala, pigmento verde, peritécios obovóides a tubulares, ascósporos,  $8,5\text{--}13,5 \times 4\text{--}6$   $\mu\text{m}$  com fenda germinativa reta a levemente sigmoide no tamanho do esporo (Ju e Rogers 1996). Essas características do

pigmento verde e ascósporos na faixa de tamanho mencionado acima assemelham-se à *H. fuscopurpureum* (Fr.) M.A. Curtis, mas difere quanto à forma dos ascósporos, elipsoides a piriformes e/ou elipsoides-inequilaterais. *Hypoxylon duranii* J.D. Rogers difere por apresentar os ascósporos maiores e mais largos,  $9,4\text{--}17,2 \times 4,3\text{--}7,3$  com perispório deiscente e estriado e, *H. fuscum* (Pers.) Fr. difere por apresentar peritécios, esféricos a obovoides e ascósporos bem variáveis com  $8\text{--}20 \times 4\text{--}8$   $\mu\text{m}$ . Os espécimes estudados aqui ocorreram praticamente em todas as áreas de coleta. *Hypoxylon anthochroum* também já foi registrada para o Mato Grosso (Pereira 2015) e Sul do Brasil (Cruz e Cortez 2015). Esse é o primeiro registro na região Norte.

3. *Hypoxylon crocopleum* Berk. & M.A. Curtis, Grevillea 4 (30): 49 (1875).

(Figura 3 a–f)

Estroma efuso-pulvinado,  $5\text{--}20 \times 5\text{--}10$  mm; superfície Sienna (8) ou Fulvous (43), com grânulos vermelho-alaranjados; pigmento Orange (7) em KOH 10%. Peritécios esféricos a obovoides,  $0,2\text{--}0,6 \times 0,2\text{--}0,3$  mm. Ostíolos umbilicados. Ascospores não observados. Ascósporos marrons a marrom-escuros, elipsoides-inequilaterais,  $11,3\text{--}18,4 \times 6,4\text{--}10$   $\mu\text{m}$  (N=60, Me=  $15,5 \times 7,9$   $\mu\text{m}$ ), fenda germinativa reta a levemente sigmoide no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.



**Figura 3:** *Hypoxylon crocopleum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, grânulos estromáticos; d, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); e, ascósporos mostrando perispório deiscente (seta); f, anel apical (setas). Barra de escala. a= 10 mm; d, e, f= 10  $\mu\text{m}$ .



**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Hai-xia *et al.* 2012; Lee e Whalley 2000).

**Substrato:** casca de árvore em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 6.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 455 (INPA 286482).

**Nota:** *Hypoxylon crocopeplum* apresenta os peritécios bem variáveis, de esférico, obovoide a tubular (Ju e Rogers 1996). O espécime examinado nesse estudo apresenta o peritécio somente de esférico a obovoide. *Hypoxylon crocopeplum* era conhecida até então apenas no Sul do Brasil (Pereira 2015), sendo, portanto, o primeiro registro na região Norte.

#### 4. *Hypoxylon duranii* J.D. Rogers, Mycotaxon 23: 429 (1985).

(Figura 4 a–d)

Estromas aglomerados a efusos-pulvinados, 22–75 × 12–20 mm; superfície Brown Vinaceous (84) ou Chestnut (40); grânulos marrom-avermelhados entre os peritécios, pigmentos isabelline (65) ou amber (47) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecical inconspícuo. Peritécios obovoides a tubulares, 0,3–0,6 × 0,2–0,3 mm. Ostíolos umbilicados. Ascós não observados. Ascósporos marrom-claros a marrons, elipsoides-inequilaterais, 9,4–17,2 × 4,3–7,3 µm (N= 311; Me= 11,6 × 5,3 µm), fenda germinativa reta a levemente sigmoide do tamanho do esporo; perispório deiscente e estriado em KOH 10%.

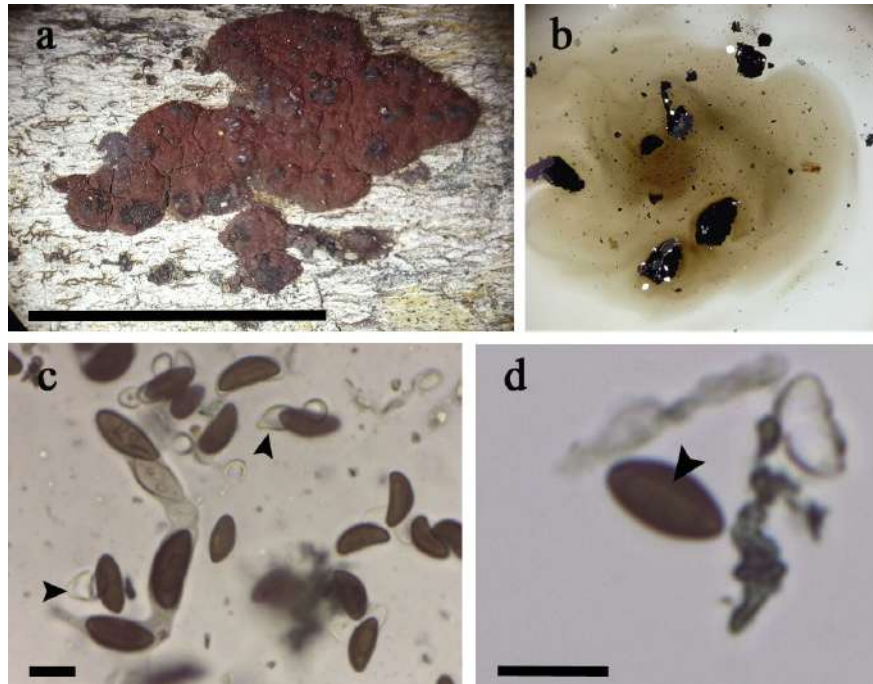
**Distribuição Conhecida:** África, América do Norte Sul e Ásia (Ju e Rogers 1996; Fournier e Lechat 2015).

**Substrato:** sobre galho em decomposição

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 399 (INPA 286425); 6.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 398 (INPA 286424); 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 354 (INPA 286378). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 436 (INPA 286463); 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 557a (INPA 286508). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 604a (INPA 286555); 3.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 674 (286627).

**Nota:** *Hypoxylon duranii* apresenta os ascósporos, 9,4–14 × 4,5–6,5 µm e perispório estriado (Ju e Rogers 1996). O espécime 354 apresenta os ascósporos um pouco maiores do que os descritos por Ju e Rogers (1996) 9,4–17,2 × 4,3–7,3 µm. Todavia, não é um aumento significativo e, as outras características estão de acordo com as descritas por estes autores. *Hypoxylon anthochroum* compartilha o mesmo tamanho de ascósporos, 8,5–13,5 × 4–6 µm, porém perispório não é estriado, além do mais, difere quanto à morfologia do peritécio, obovoide a tubular em vez de esférico a obovoide. Os espécimes examinados nesse estudo

apresentaram os peritécios predominantemente esférico, sendo menos frequente obovoide. Esse é o primeiro registro no Brasil.



**Figura 4:** *Hypoxylon duranii*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando perispório deiscente (setas); d, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta). Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu$ m.

5. *Hypoxylon fendleri* Berk. ex Cooke, Grevillea 11 (60): 132 (1883).

(Figura 5 a–e)

Estromas pulvinados a glomerados, 10–25  $\times$  10–15 mm; superfície Brown Vinaceous (84); com grânulos alaranjados entre os peritécios, pigmentos Orange (7) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecical inconspícuo. Peritécios obovoide a tubulares, 0,3–0,8  $\times$  0,3–0,4 mm. Ostíolos umbilicados. Ascospores não observados. Ascósporos marrons a marrom-escuros, elipsoides-inequilaterais, 8,4–13,2  $\times$  3–6,1  $\mu$ m (N= 176; Me = 10,8  $\times$  4,6  $\mu$ m), fenda germinativa sigmoide no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

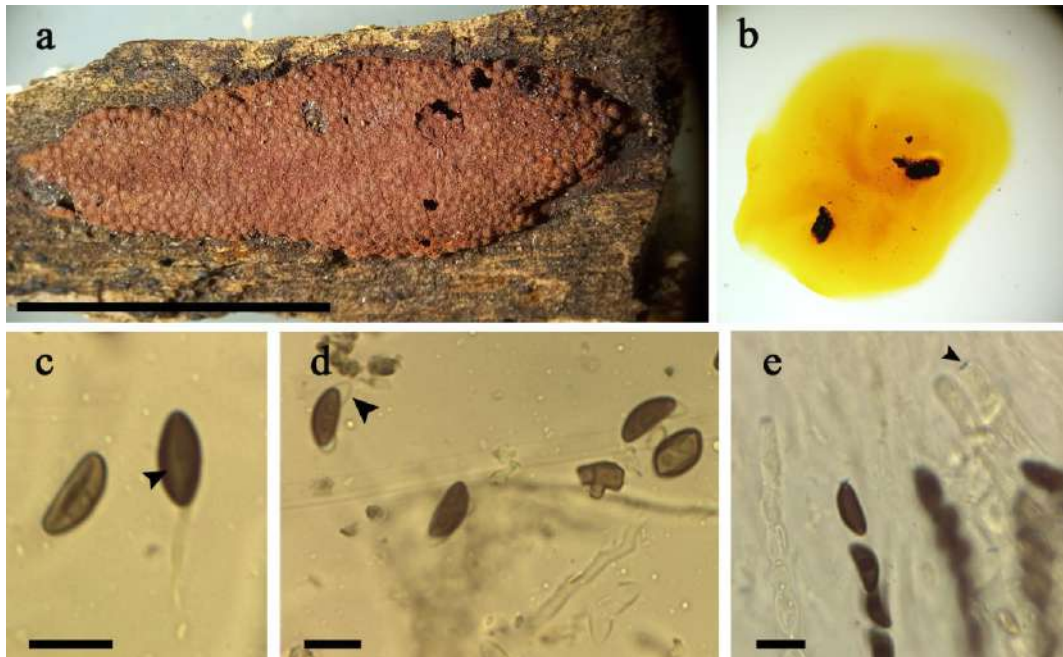
**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Fournier e Lechat 2015; Diaz *et al.* 2018; Cedeño–Sanchez *et al.* 2020).

**Substrato:** sobre tronco em decomposição

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracará, PNV, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 342 (INPA 286366). Rio Branco, PZ, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 608 (INPA 286560). Brasil, Acre, Senador Guimard, FEC, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 707 (INPA 286664). **Nota:** *Hypoxylon fendleri* é caracterizado pelo pigmento alaranjado e ascósporos de 8,4–12  $\times$  4–5,5  $\mu$ m com fenda sigmoide (Ju e Rogers 1996). *Hypoxylon trugodes* Berk. & Broome compartilha



as mesmas características mencionadas acima, porém difere quanto ao pigmento estromático, alaranjado em vez de amarelo. De acordo com Fournier *et al.* (2016) e Diaz *et al.* (2018), essa espécie é comum nas regiões tropicais do mundo. No entanto, esse é o primeiro registro no Brasil.



**Figura 5:** *Hypoxylon fendleri*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); d, ascósporos mostrando perispório deiscente (seta); e, anel apical (seta). Barra de escala. a= 10 mm; c, d, e= 10  $\mu$ m.

6. *Hypoxylon fuscopurpureum* (Schwein.) M.A. Curtis, North Carolina Geological and Natural History Survey Papers 3: 140 (1867).

(Figura 6 a–e)

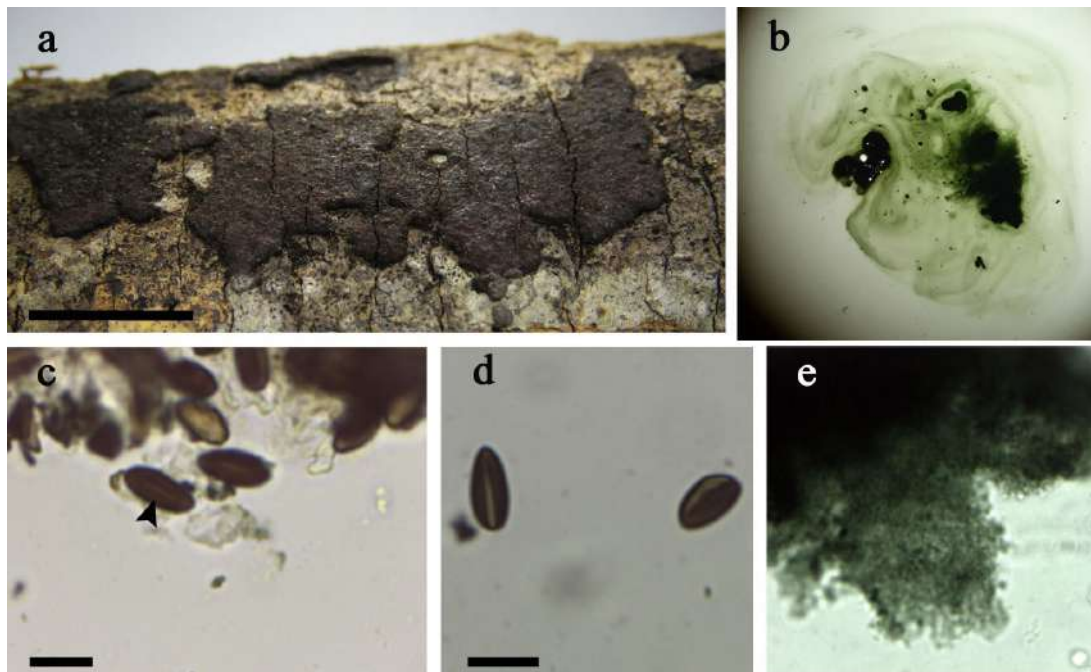
Estromas pulvinados a glomerados, 10–25  $\times$  10–15 mm; superfície Brown Vinaceous (84); com grânulos marrom-avermelhados abaixo da superfície e entre os peritécios, pigmentos Olivaceous (48) ou Greenish Olivaceous (90) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecial inconspícuo. Peritécios obovóides a tubulares, 0,3–0,8  $\times$  0,3–0,4 mm. Ostíolos umbilicados. Ascos não observados. Ascósporos marrons a marrom-escuros, elipsoides a piriformes, aproximadamente equiláteros, 9,2–16,6  $\times$  3,7–6,8  $\mu$ m (N=130; Me=11,4  $\times$  4,9  $\mu$ m), fenda germinativa retilínea no comprimento do esporo; perispório indeiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** América do Norte e Sul, Europa (Ju e Rogers 1996).

**Substrato:** sobre tronco em decomposição

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 6.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 393 (INPA 286417). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 639 (INPA 286591). Brasil, Acre, Rio Branco, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 739a (INPA 286698).

**Nota:** *Hypoxylon fuscopurpureum* possui os ascósporos elipsoides a piriformes distinto das outras espécies de *Hypoxylon* (Ju e Rogers 1996). A forma peculiar dos ascósporos é incomum nas espécies de *Hypoxylon*, uma vez que os ascósporos são predominantemente elipsoides-inequilaterais. *Hypoxylon fuscum* (Pers.) Fr. assemelha-se a *H. fuscopurpureum* quanto à morfologia e coloração do estroma, efuso-pulvinado e marsala, porém difere na forma dos ascósporos, elipsoide-inequilaterais, e quanto à deiscência do perispório, deiscente em vez de indeiscente (Ju e Rogers 1996). *Hypoxylon fuscopurpureum* era conhecida apenas no Rio Grande do Sul (Pereira 2015). Sendo essa a primeira ocorrência na região Norte.



**Figura 6:** *Hypoxylon fuscopurpureum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); d, ascósporos; e, grânulos estromáticos. Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu$ m.

7. *Hypoxylon fuscum* (Pers.) Fr., Summa vegetabilium Scandinaviae 2: 384 (1849).

(Figura 7 a–d)

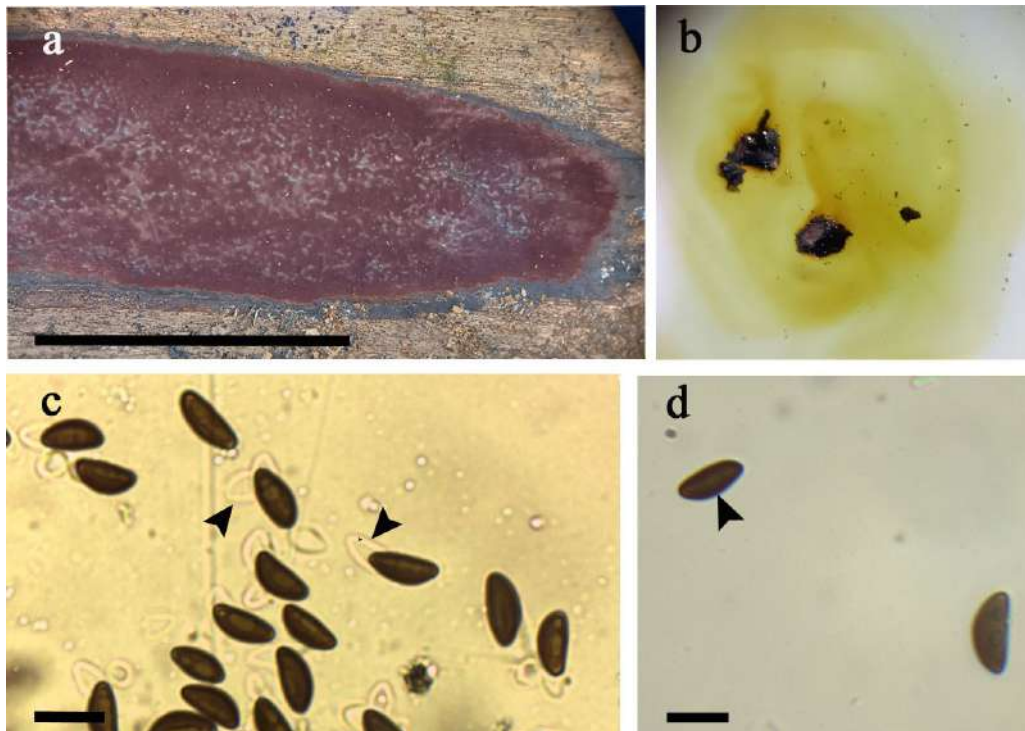
Estromas efusos-pulvinados, 5–20  $\times$  5–8 mm; superfície Brown Vinaceous (84) ou Dark Vinaceous (82); com grânulos marrom-avermelhados abaixo da superfície e entre os peritécios, pigmentos Isabelline (65) ou Greenish Olivaceous (90) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecical inconspícuo. Peritécios esféricos a obovoides, 0,2–0,5  $\times$  0,2–0,3 mm. Ostíolos

umbilicados. Ascós não observados. Ascósporos marrom-claros a marrons, elipsoides-inequilaterais,  $9,4\text{--}17,2 \times 4,3\text{--}7,3 \mu\text{m}$  (N= 94; Me=  $11,6 \times 5,1 \mu\text{m}$ ), fenda germinativa levemente sigmoide no tamanho do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996).

**Substrato:** sobre galho e tronco em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 19.V.2016, *leg.* K.S. Cruz 237b (INPA 286259). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 7.VI.2016, *leg.* K.S. Cruz 312b (INPA 286336). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 432 (INPA 286459); 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 596 (INPA 286547). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 698, 699, 701, 705, 724b (INPA 286653, 286654, 286657, 286662, 286682).



**Figura 7:** *Hypoxylon fuscum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando perispório deiscente (setas); d, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta). Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu\text{m}$ .

**Nota:** *Hypoxylon fuscum* apresenta os ascósporos de tamanhos bem variáveis  $8\text{--}20 \times 4\text{--}8 \mu\text{m}$  e estroma usualmente esférico (Ju e Rogers 1996). No entanto, os espécimes examinados aqui apresentaram os estromas efusos-pulvinados. Essa forma de estroma também é descrita para essa espécie. Miller (1961) exhibe a imagem dos ascósporos de *H. fuscum*, o qual está de acordo com as encontradas nesse estudo. *Hypoxylon anthochroum* Berk. & Broome assemelha-se à *H. fuscum*, mas diferem quanto à morfologia do peritécio obovoide a tubular em vez de esférico a

obovoide (Ju e Rogers 1996). *Hypoxylon fuscum* era conhecida no Sul do Brasil (Pereira 2015). Esse é o primeiro registro na região Norte.

8. *Hypoxylon cf. fusoidesporum* Y.M. Ju & J.D. Rogers, Mycologia Memoirs 20: 92 (1996).

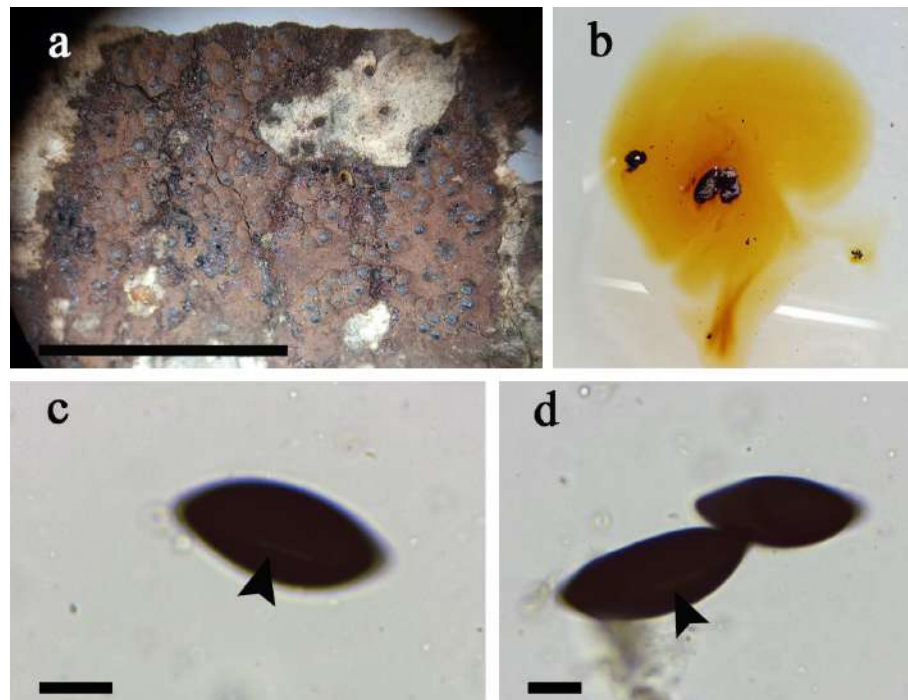
(Figura 8 a–d)

Estromas pulvinados a glomerados, 10–25 × 10–15 mm; superfície Brown Vinaceous (84); com grânulos marrom-avermelhados abaixo da superfície e entre os peritécios, pigmentos Luteous (12) ou Orange (7) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecical inconspícuo. Peritécios obovoides a tubulares, 0,3–0,8 × 0,3–0,4 mm. Ostíolos umbilicados. Ascospores não observados. Ascósporos marrom-escuros, elipsoides-inequilaterais, 17,6–46,9 × 7,8–15 µm (N= 194; Me = 28,3 × 12,4 µm), fenda germinativa retilínea menor do que o comprimento do esporo; perispório indeiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** Guiana Francesa e Guiana (Ju e Rogers 1996).

**Substrato:** sobre tronco em decomposição

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 7.VI.2016, *leg.* K.S. Cruz 300 (INPA 286323). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 367 (INPA 286391); 3.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 424b (INPA 286451). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 577a (INPA 286530).



**Figura 8:** *Hypoxylon fusoidesporum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, d, ascósporos mostrando fenda germinativa (setas). Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10 µm.



**Nota:** *Hypoxylon fusoidesporum* é característico pelos ascósporos grandes,  $22\text{--}32 \times 10\text{--}14$   $\mu\text{m}$  com pigmento alaranjado (Ju e Rogers 1996). Os espécimes examinados nesse estudo apresentaram os ascósporos maiores,  $17,6\text{--}46,9 \times 7,8\text{--}15$   $\mu\text{m}$  comparado ao descrito por esses autores. No entanto, todas as outras características descritas para essa espécie, estão presentes nos espécimes desse estudo. Analisando as espécies de *Hypoxylon* com pigmento alaranjado e ascósporos nessa faixa de tamanho,  $23\text{--}33$   $\mu\text{m}$ , os espécimes da Amazônia aproximam-se apenas à *H. fusoidesporum*. Logo, acredita-se que estes espécimes possam ser uma variedade de *H. fusoidesporum*. Ademais, a região onde foi coletado alguns espécimes é próximo da Guiana, onde há registro dessa espécie (Ju e Rogers 1996). Esse é o primeiro registro no Brasil.

9. *Hypoxylon haematostroma* Mont., Annales des Sciences Naturelles Botanique 17: 124 (1842) .

(Figura 9 a–e)

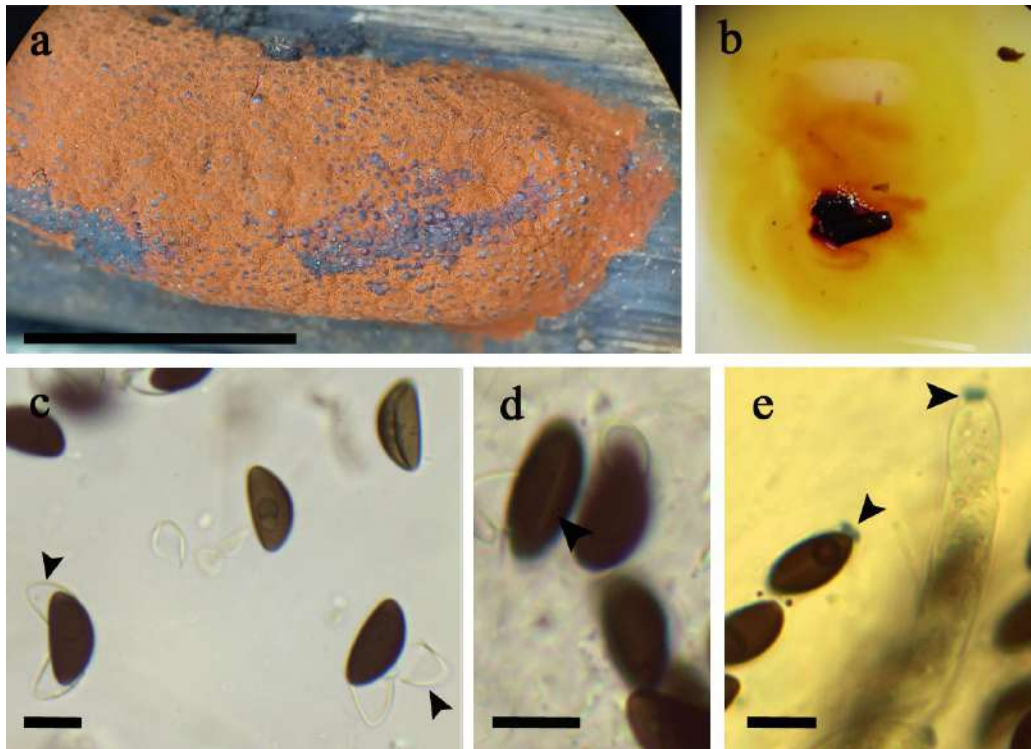
Estromas pulvinados a efuso-pulvinados,  $5\text{--}20 \times 5\text{--}10$  mm; superfície Sienna (8) ou Fulvous (43), com grânulos vermelho-alaranjados; pigmento Orange (7) em KOH 10%. Peritécios longo tubulares,  $0,8\text{--}1,8 \times 0,4\text{--}0,6$  mm. Ostíolos umbilicado. Ascospores não observados. Ascósporos marrons a marrom-escuros, elipsoides-inequilaterais,  $12\text{--}18 \times 6\text{--}8$   $\mu\text{m}$  (N=220, Me=  $13,4 \times 7,5$   $\mu\text{m}$ ), fenda germinativa reta no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Sir *et al.* 2016; Cedeño–Sanchez *et al.* 2020).

**Substrato:** sobre galho mais em tronco e tronco em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 11.VII. 2017, *leg.* K.S. Cruz 366 (INPA 286390); 12.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 339 (INPA 286363); 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 336 (INPA 286360); *leg.* K.S. Cruz 352 (INPA 286376); *leg.* K.S. Cruz 363 (INPA 286387); *leg.* K.S. Cruz 371 (INPA 286395); 3.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 409 (INPA 286435), 410 (INPA 286436); *leg.* K.S. Cruz 412 (INPA 286438); 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 397 (INPA 286423); *leg.* K.S. Cruz 420 (INPA 286446). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 1.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 623 (INPA 286575).

**Nota:** *Hypoxylon haematostroma* difere das outras espécies de *Hypoxylon* por apresentar peritécio longo tubular, pigmento alaranjado e ascósporos grandes,  $13,5\text{--}19 \times 7\text{--}8,5$   $\mu\text{m}$  (Ju e Rogers 1996). Essa espécie é de ocorrência Pantropical e, acredita-se que ela ocorra em todo Brasil. *Hypoxylon haematostroma* havia sido registrada apenas para o Sul do Brasil (Pereira 2015). Esse é o primeiro registro na região Norte.



**Figura 9:** *Hypoxylon haematostroma*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando perispório deiscente (setas); d, ascósporo mostrando fenda germinativa (seta); e, anel apical (setas). Barra de escala. a= 10 mm; c, d, e= 10  $\mu$ m.

10. *Hypoxylon hypomiltum* Mont., Annales des Sciences Naturelles Botanique 13: 356 (1840).

(Figura 10 a–f)

Estromas efusos-pulvinados, 5–20  $\times$  5–10 mm; superfície Brown Vinaceous (84), com grânulos vermelho-alaranjados entre os peritécios; pigmentos Luteous (12) em KOH 10%. Peritécios obovóides, 0,2–0,6  $\times$  0,2–0,3 mm. Ostíolos umbilicado. Ascós não observados. Ascósporos marrom-claros a marrons, fusóides a levemente equilaterais, 6,2–9,9  $\times$  2,7–4,1  $\mu$ m (N=219, Me= 8,2  $\times$  3,5  $\mu$ m), fenda germinativa sigmoide menor do que o comprimento do esporo, menos frequente no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

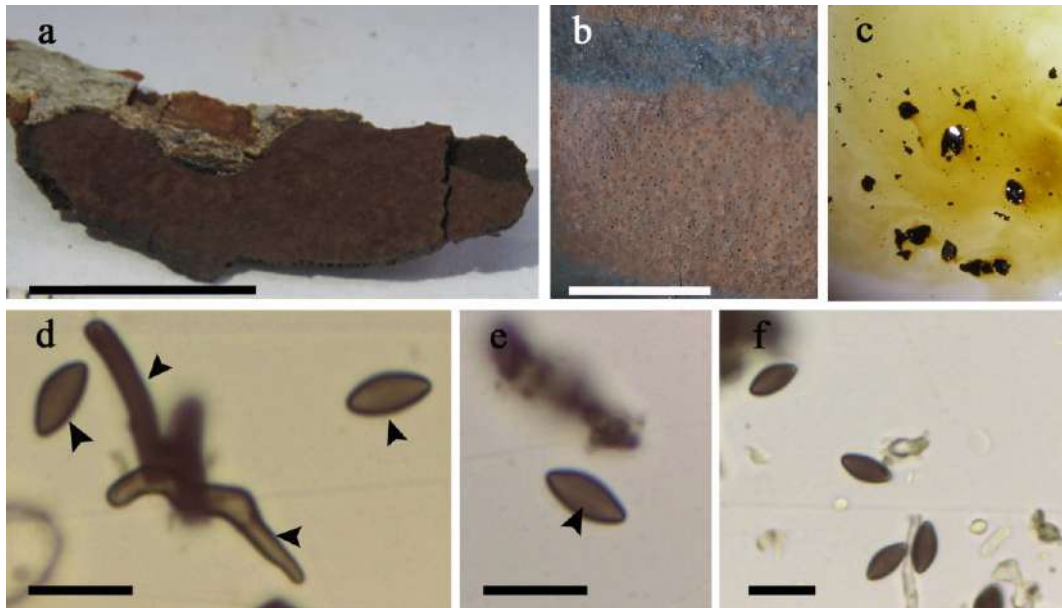
**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Palapathwala *et al.* 2019).

**Substrato:** sobre galho em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 16.II.2016, *leg.* K.S. Cruz 232 (INPA 286254), 19.V.2016, *leg.* K.S. Cruz 265, 266 (INPA 286287, 286288). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 8.VI.2017, *leg.* K.S. Cruz 299 (INPA 286322). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 440 (INPA 286467); 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 428 (INPA 286455). Brasil, Roraima, Caracaraí, **PNV**, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 358, 359

(INPA 286382, 286383). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 643 (INPA 286597).

**Nota:** *Hypoxylon hypomiltum* é bem característico por apresentar ascósporos fusoides a levemente equilaterais de tamanhos pequenos,  $7-9 \times 3-4 \mu\text{m}$ , com pigmento verde (Ju e Rogers 1996). *Hypoxylon investiens* (Schwein.) M. A. Curtis compartilha das mesmas características, diferindo apenas na forma dos ascósporos elipsoides. Esse é o primeiro registro na região Norte.



**Figura 10:** *Hypoxylon hypomiltum*. a, superfície do estroma; b, detalhes da vista do estroma; c, pigmento estromático; d, ascósporos e hifa (setas); e, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); f, ascósporos. Barra de escala. a= 10 mm; b= 5mm; d, e, f= 10  $\mu\text{m}$ .

11. *Hypoxylon investiens* (Schwein.) M.A. Curtis, North Carolina Geological and Natural History Survey Papers 3: 140 (1867).

(Figura 11 a–e)

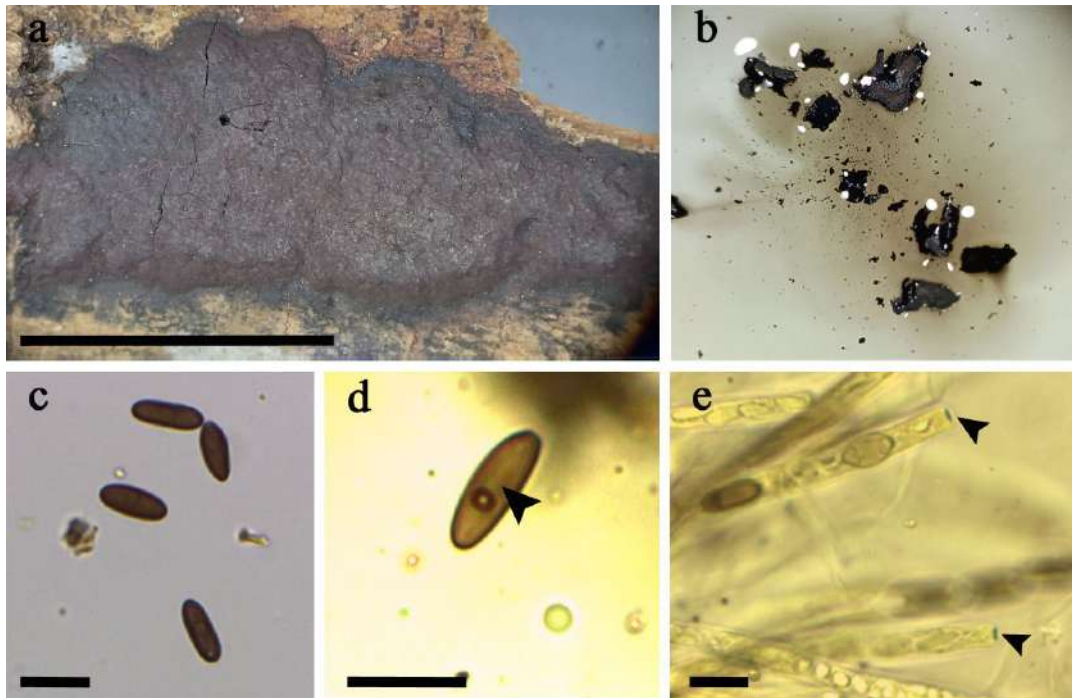
Estromas efusos-pulvinados,  $5-20 \times 5-10 \text{ mm}$ ; superfície Sienna (8) ou Fulvous (43), com grânulos vermelho-alaranjados; pigmento Orange (7) em KOH 10%. Peritécios esféricos a obovoides,  $0,2-0,6 \times 0,2-0,3 \text{ mm}$ . Ostíolos umbilicado. Ascospores não observados. Ascósporos marrom-claros a marrons, elipsoides a levemente equilaterais,  $6,7-13,2 \times 2,6-5,2 \mu\text{m}$  (N=140, Me=  $9,5 \times 3,7 \mu\text{m}$ ), fenda germinativa fraca levemente reta menor do que o comprimento do esporo; perispório indeiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** América do Norte, Sul e Ásia (Ju e Rogers 1996; Fournier e Lechat 2015; Sir *et al.* 2016).

**Substrato:** sobre galho em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, PNV, 3.X.2017, leg. K.S. Cruz 401 (INPA 2864); 5.X.2017, leg. K.S. Cruz 422 (INPA 286448). Brasil, Acre, Senador Guimard, FEC, 4.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 702 (INPA 286659).

**Nota:** *Hypoxylon investiens* é caracterizado pelos ascósporos elipsoides de  $6,5\text{--}9,5 \times 3\text{--}4,5 \mu\text{m}$ , com fenda germinativa reta (Ju e Rogers 1996). *Hypoxylon dieckmannii* Theiss. compartilha das mesmas características, difere somente quanto ao pigmento estromático que à princípio é ausente ou pode ser marrom. Esse é o primeiro registro no Brasil.



**Figura 11:** *Hypoxylon investiens*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos; d, ascósporo mostrando fenda germinativa (seta); e, anel apical (setas). Barra de escala. a= 10 mm; c, d, e= 10  $\mu\text{m}$ .

12. *Hypoxylon lenormandii* Berk. & M.A. Curtis, Journal of the Linnean Society. Botany 10: 385 (1869).

(Figura 12 a–d)

Estromas glomerados a efusos-pulvinados, com tendência peritecioide (aproximando-se do roselinioide),  $5\text{--}20 \times 5\text{--}10 \text{ mm}$ ; superfície Fuscous (103), pigmento Blood (3) ou Fulvous (43) em KOH 10%. Peritécios esféricos,  $0,3 \times 0,6 \text{ mm}$ . Ostíolos levemente acima da superfície estromática. Ascós não observados. Ascósporos marrons a marrom-escuros, elipsóides-inequilaterais,  $9\text{--}16 \times 4\text{--}6,5 \mu\text{m}$  (N=120, Me=  $12,5 \times 5 \mu\text{m}$ ), fenda germinativa sigmoide no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

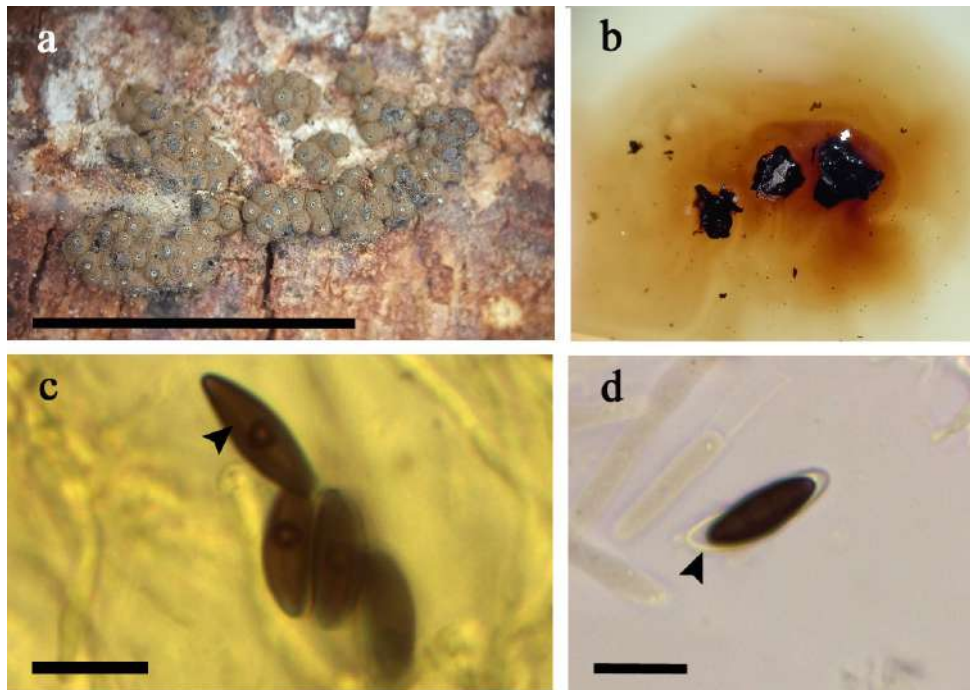
**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Sir *et al.* 2016).



**Substrato:** sobre galho em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 695a (INPA 286648); *leg.* K.S. Cruz 696 (INPA 286651); *leg.* K.S. Cruz 738b (INPA 286697). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 396a (INPA 286420); 6.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 417 (INPA 286443). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 1.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 642a (INPA 286594).

**Nota:** *Hypoxylon lenormandii* apresenta os estromas distinto das outras espécies de *Hypoxylon*, com tendência peritecioide a roselinioide (Ju e Rogers 1996). Essa característica roselinioide lembra o gênero *Roselinia*. Os pigmentos estromáticos variam de vermelho sangue a alaranjado queimado (Kuhnert *et al.* 2015; Ju e Rogers 1996). Esse é o primeiro registro na região Norte.



**Figura 12:** *Hypoxylon lenormandii*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); d, ascósporos mostrando perispório deiscente. Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu$ m.

**13. *Hypoxylon macrosporum*** P. Karst., Notiser ur Sällskapetets pro Fauna et Flora Fennica Förhandlingar 8: 211 (1866).

(Figura 13 a–e)

Estromas efusos-pulvinados, geralmente com rachaduras ao longo da superfície, 10–20  $\times$  7–10 mm; superfície Brown Vinaceous (84), tornando-se negra quando velho; grânulos marrom-avermelhados opacos imediatamente abaixo da superfície e entre os peritécios, pigmentos Greenish Olivaceous (90) dissolvidos em KOH 10%; tecido subperitecial inconspícuo.

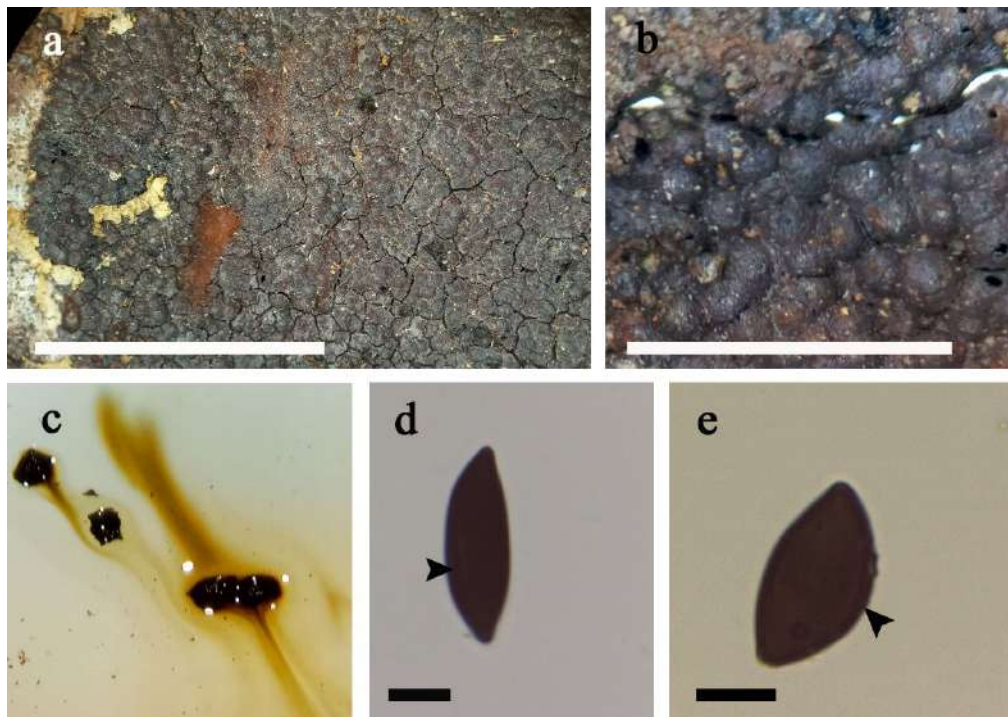
Peritécios obovóides,  $0,2-0,6 \times 0,2-0,3$  mm. Ostíolos umbilicados. Ascospórios não observados. Ascósporos marrom-escuros a marrom-enebrecidos, elipsoides-inequilaterais, com extremidades estreitamente arredondadas, às vezes com uma ou ambas as extremidades ampliadas,  $20-33,7 \times 10,4-14,8$   $\mu\text{m}$  (N=33, Me=  $26,5 \times 12,9$   $\mu\text{m}$ ), fenda germinativa retilínea menor do que o comprimento do esporo; perispório indeiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** América do Norte e Europa (Ju e Rogers 1996; Mathiassen *et al.* 2011).

**Substrato:** casca de árvore e sobre galho em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brazil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 3.III.2016, *leg.* K.S. Cruz 280 (INPA 286302). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **RFAD**, 14.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 552 (INPA 286503).

**Nota:** *Hypoxylon macrosporum* possui os ascósporos bem grandes,  $20-33,7 \times 10,4-14,8$   $\mu\text{m}$  com pigmento verde (Ju e Rogers 1996). *Hypoxylon fusoidesporum* Y.-M. Ju & J. D. Rogers apresenta os ascósporos aproximadamente do mesmo tamanho,  $22-32 \times 10-13$ . No entanto, difere quanto à coloração do pigmento estromático, amarelo em vez de verde folha. De acordo com os autores Ju e Rogers (1996) e Mathiassen *et al.* (2011) *H. macrosporum* é encontrado predominantemente em *Salix* spp. (salgueiro) em decomposição. Esse é o primeiro registro no Brasil.



**Figura 13:** *Hypoxylon macrosporum*. a, superfície do estroma; b, detalhes da vista do estroma; c, pigmento estromático; d, e, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta). Barra de escala. a= 10 mm; b= 3mm; d, e= 10  $\mu\text{m}$ .

14. *Hypoxylon perforatum* (Schwein.) Fr., Summa vegetabilium Scandinaviae 2: 384 (1849).

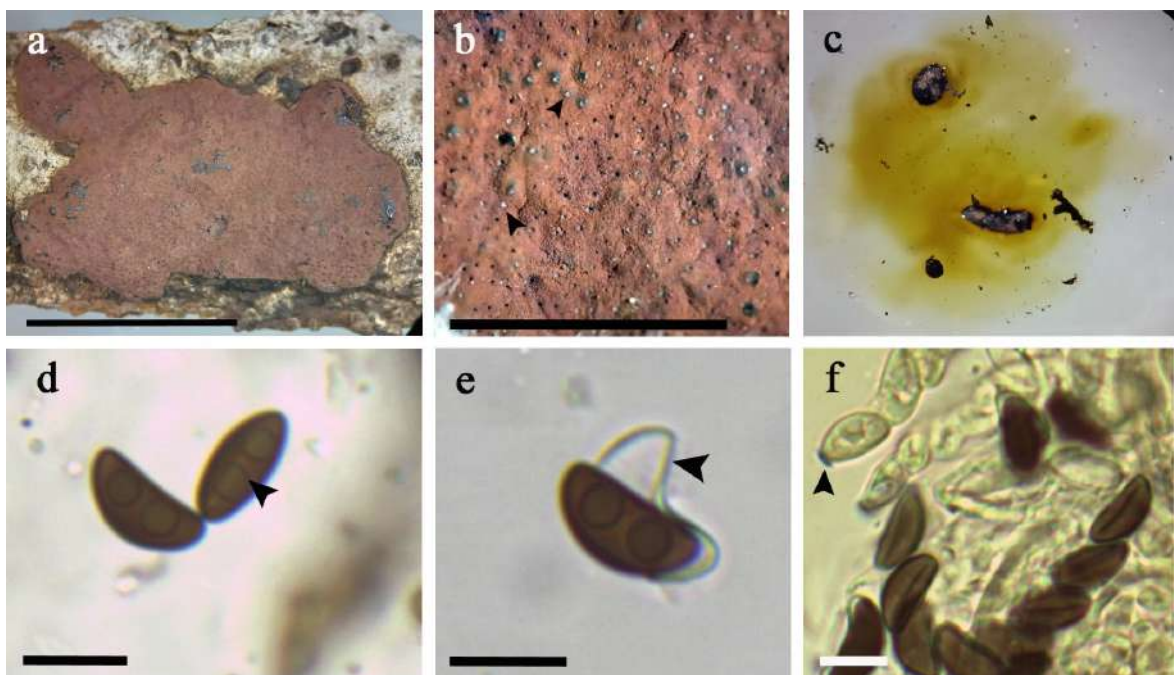
(Figura 14 a–f)

Estromas efusos-pulvinados, 5–20 × 5–10 mm; superfície Brown Vinaceous (84), grânulos alaranjados entre os peritécios; pigmento Citrine (13) e Greenish Yellow (16) em KOH 10%. Peritécios esféricos a obovoides, 0,2–0,4 × 0,2–0,3 mm. Ostíolos umbilicado, geralmente recoberto por uma substância branca conspícua. Ascospores não observados. Ascósporos marrons a marrom-escuros, elipsoides-inequilaterais, 9,5–13,7 × 4,1–6,6 µm (N=143, Me= 11,8 × 5,4 µm), fenda germinativa reta a levemente sigmoide no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Sir *et al.* 2019).

**Substrato:** sobre galho, tronco e bambu em decomposição

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 25.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 438, 439 (INPA 286465, 286466). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 12.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 372 (INPA 286396). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 645 (INPA 286599).



**Figura 14:** *Hypoxylon perforatum*. a, superfície do estroma; b, detalhes da vista do estroma; c, pigmento estromático; d, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); e, ascósporos mostrando perispório deiscente (seta); f, anel apical (seta). Barra de escala. a= 10 mm; b= 4 mm; d, e, f= 10 µm.

**Nota:** *Hypoxylon perforatum* é caracterizada geralmente pelo estroma hemisférico, pulvinado a efuso-pulvinado, marsala usualmente com substância branca ao redor do ostíolo e peritécios esféricos pequenos, 0,1–0,3 mm (Ju e Rogers 1996). Os espécimes examinados nesse estudo possuem os estromas somente efusos-pulvinados com a substância descrita. Os espécimes da Argentina Sir et al. (2019) apresentam os peritécios esférico a obovoide conforme observado nesse estudo. Esses autores examinaram espécimes do USA. Esse é o primeiro registro na região Norte.

**15. *Hypoxylon pilgerianum* Henn., Beiblatt zur Hedwigia 39: (138) (1900).**

(Figura 15 a–d)

Estromas efusos-pulvinados, 5–20 × 5–10 mm; superfície Sienna (8) ou Fulvous (43), com grânulos vermelho-alaranjados entre os peritécios; pigmento Orange (7) em KOH 10%. Peritécios esféricos, 0,1–0,3 mm. Ostíolos umbilicado. Ascospores não observados. Ascóspores marrons a marrom-escuros, elipsoides-inequilaterais, 7,7–12,6 × 3,8–6 µm (N=220, Me= 9,8 × 4,9 µm), fenda germinativa reta no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%. 7,7-12,6 x 3,8-6

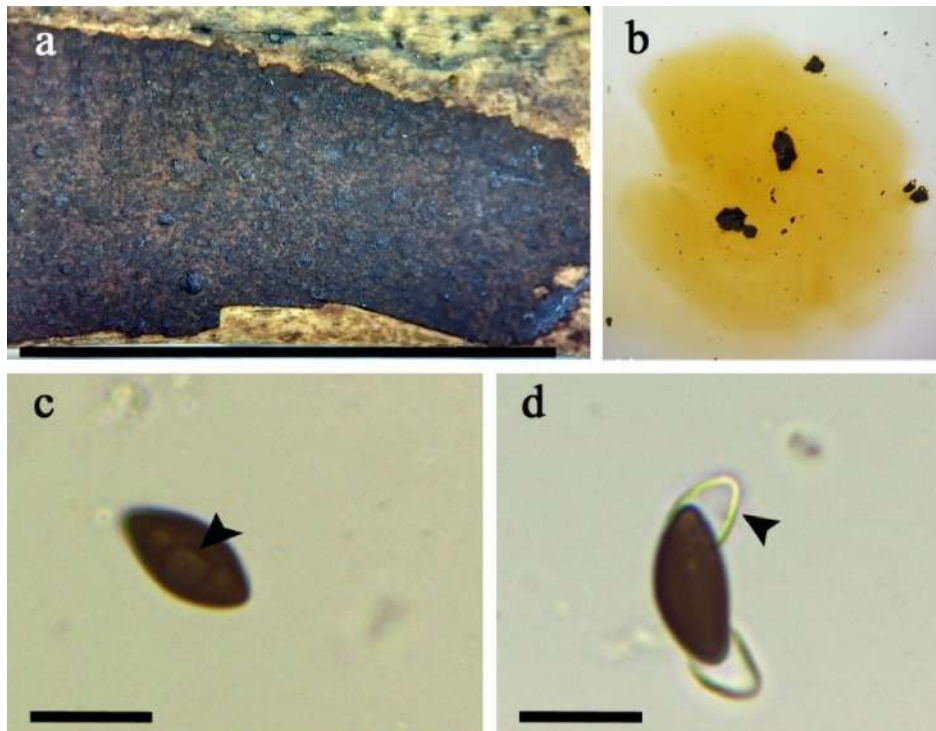
**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Fournier *et al.* 2016).

**Substrato:** sobre galho, tronco e bambu em decomposição

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 8.VI.2017, *leg.* K.S. Cruz 297b (INPA 286320). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 5.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 416 (INPA 286442). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 556 (INPA 286507). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 742 (INPA 286702). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 614b (INPA 286565); 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 641 (INPA 286593); 3.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 673 (INPA 286626).

**Nota:** *Hypoxylon pilgerianum* é caracterizado pelos peritécios esféricos pequenos, 0,1–0,3 mm com pigmento alaranjado (Ju e Rogers 1996). De acordo com Ju e Rogers (1996) e Fournier *et al.* (2016) essa espécie foi frequentemente identificada erroneamente como *H. rubiginosum* (Pers.: Fr.) Fr. No entanto, difere quanto à morfologia do peritécio, esférico a obovoide > 0,3 mm. *Hypoxylon pilgerianum* é associado a bambu, essa característica também foi observada nos espécimes examinados nesse estudo. No Brasil, essa espécie já foi registrada no Centro-Oeste e Sul (Cruz e Cortez 2015; Pereira 2015). Esse é o primeiro registro na região Norte, com ocorrência em todas as áreas de coleta.





**Figura 15:** *Hypoxylon pilgerianum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); d, ascósporos mostrando perispório deiscente. Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu$ m.

**16. *Hypoxylon rhombisporum*** J. Fourn. & Lechat, *Ascomycete* 7 (2): 85 (2015).

(Figura 16 a–e)

Estroma efuso-pulvinado, 55  $\times$  20 mm; superfície Brown Vinaceous (84), com grânulos marrons entre os peritécios; pigmento Livid Vinaceous (83) em KOH 10%. Peritécios esféricos a obovóides, 0,2–0,4  $\times$  0,1–0,3 mm. Ostíolos umbilicado recoberto com substância branca conspícua. Ascós não observados. Ascósporos marrons, romboide a oblongo, 6–8,2  $\times$  3,1–4,3  $\mu$ m (N=60, Me= 7,1  $\times$  3,6  $\mu$ m), fenda germinativa reta no comprimento do esporo; perispório indeiscente em KOH 10%.

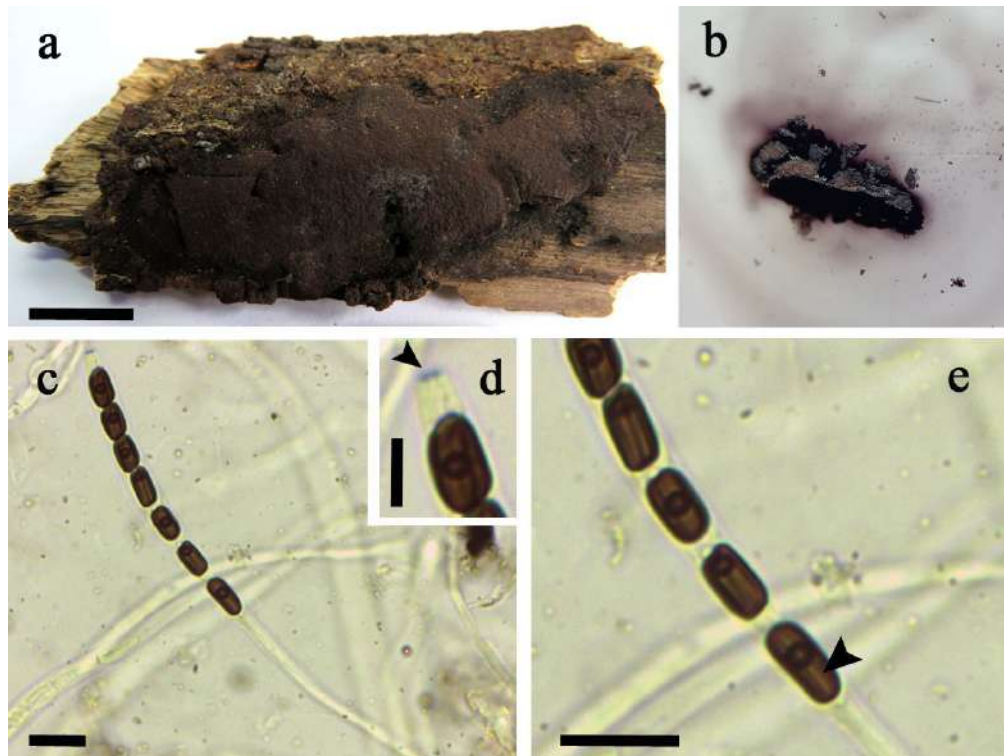
**Distribuição Conhecida:** Guiana Francesa (Fournier e Lechat 2015).

**Substrato:** tronco em decomposição.

**Espécime examinado:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 8.VI.2016, *leg.* K.S. Cruz 689a (INPA 286321).

**Nota:** *Hypoxylon rhombisporum* apresenta ascósporos romboides, distinto das demais espécies de *Hypoxylon* (Fournier e Lechat 2015). Essa característica peculiar restringe a semelhança com outras espécies. Até o momento, apenas *H. rectangulosporum* Y.-M. Ju, J.D. Rogers & Samuels assemelha-se à *H. rhombisporum* e ambas as espécies ocorrem na Guiana. Conforme Fournier e Lechat (2015) *H. rectangulosporum* tem os ascósporos retangulares em vez de romboides,

com superfície do estroma alaranjado queimado em vez de marsala. O espécime examinado nesse estudo corrobora com as características descritas para *H. rhombisporum*. Esse é o primeiro registro no Brasil.



**Figura 16:** *Hypoxylon rhombisporum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, asco; d, anel apical (seta); e, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta). Barra de escala. a= 10 mm; c, d, e= 10  $\mu$ m.

17. *Hypoxylon rubiginosum* (Pers.) Fr., Summa vegetabilium Scandinaviae 2: 384 (1849).

(Figura 17 a–d)

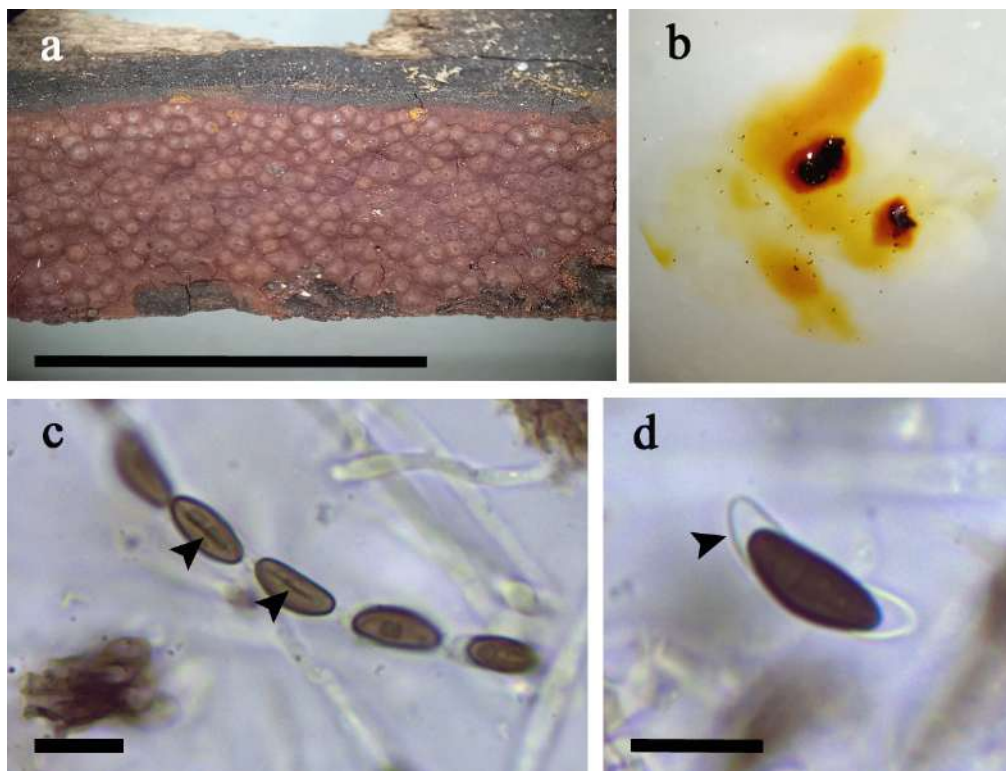
Estromas efusos-pulvinados, 5–20  $\times$  5–10 mm; superfície Dark Brick (60), com grânulos alaranjados; pigmento Orange (7) em KOH 10%. Peritécios esféricos a obovóides, 0,2–0,6  $\times$  0,2–0,4 mm. Ostíolos umbilicado. Ascosporos não observados. Ascósporos marrons, elipsóides-inequilaterais, 8,4–13  $\times$  3,5–5,5  $\mu$ m (N=340, Me= 10,5  $\times$  4,5  $\mu$ m), fenda germinativa reta no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** Pantropical (Ju e Rogers 1996; Fournier *et al.* 2016).

**Substrato:** sobre galho e tronco em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 726 (INPA 286684); *leg.* K.S. Cruz 728 (INPA 286686); *leg.* K.S. Cruz 734 (INPA 286692). Brasil, Roraima, Caracaráí, **PNV**, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 344 (INPA 286368); 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 411 (INPA 286437). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 646a (INPA 286600); 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 681 (INPA 286633).

**Nota:** *Hypoxylon rubiginosum* é uma espécie complexa, pois apresenta a superfície de coloração variável, alaranjado escuro, marrom, marsala ou marrom acinzentado, com pigmentos alaranjado, ascósporos de  $9\text{--}12 \times 4\text{--}5 \mu\text{m}$ , com fenda germinativa retilínea (Ju e Rogers 1996). Miller (1961) abrangeu todas as espécies com as características mencionadas acima como *H. rubiginosum*, sem avaliar a cor do pigmento e o tipo de fenda germinativa. Somente com a revisão das espécies de *Hypoxylon* publicada por Ju e Rogers (1996) essa espécie pode ser restringida com base no tipo de pigmento estromático e fenda germinativa. A quimiotaxonomia e taxonomia molecular também vêm ajudando a separar espécies correlacionadas a está (Stadler *et al.* 2004, 2008; Sir *et al.* 2019). Os espécimes da Amazônia estão de acordo com a descrição de Ju e Rogers (1996). *Hypoxylon rubiginosum* ocorre no Sul e Nordeste (Pereira 2015). Por ser uma espécie de ampla distribuição, acredita-se que possa ocorrer em todas as regiões brasileiras, levando em consideração a abrangência em todas as áreas de coleta. Esse é o primeiro registro na região Norte.



**Figura 17:** *Hypoxylon rubiginosum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando fenda germinativa (setas); d, ascósporos mostrando perispório deiscente (seta). Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu\text{m}$ .



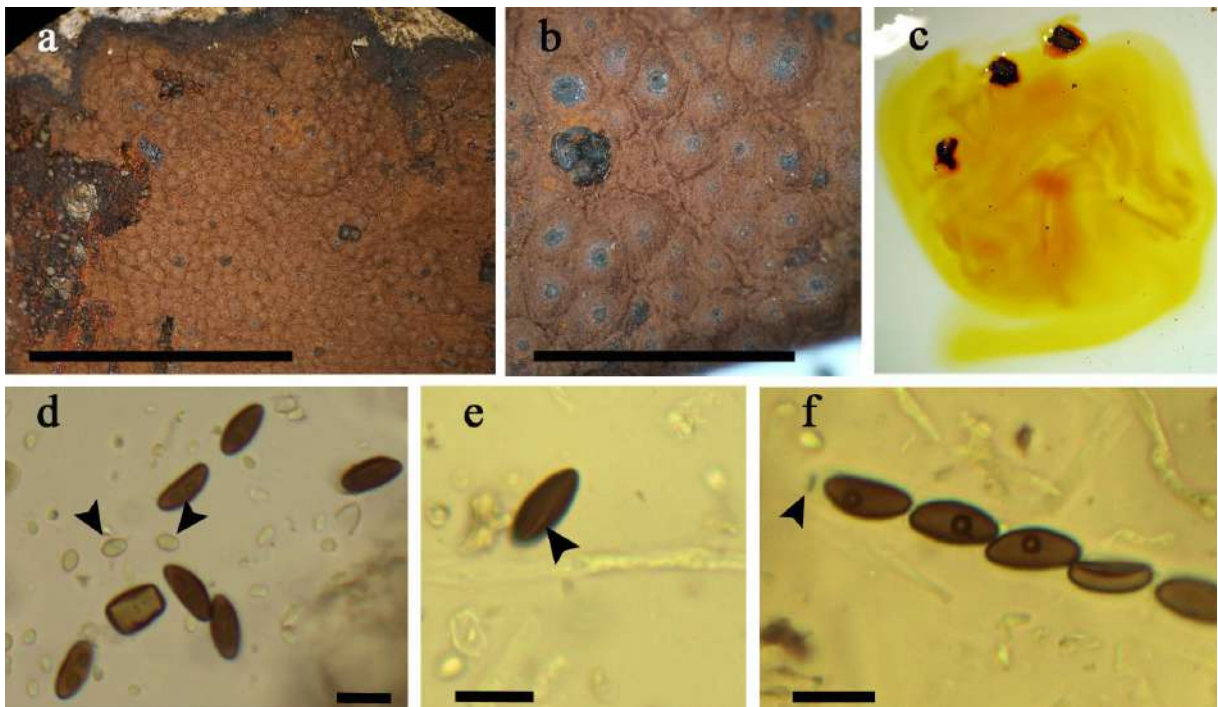
18. *Hypoxylon subgilvum* Berk. & Broome, Journal of the Linnean Society. Botany 14: 120 (1873).

(Figura 18 a–f)

Estromas efusos-pulvinados, 5–20 × 5–10 mm; superfície Dark Brick (60), com grânulos alaranjados; pigmento Orange (7) em KOH 10%. Peritécios obovoides a tubulares, 0,3–0,7 × 0,2–0,4 mm. Ostíolos umbilicados. Ascospores não observados. Ascósporos marrons, elipsoides-inequilaterais, 7–12,5 × 3,2–5,5 µm (N=460, Me= 10,3 × 4 µm), fenda germinativa sigmoide no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** África, América do Norte e Sul e Ásia (Ju e Rogers 1996; Vasilyeva *et al.* 2007; Cruz e Cortez 2015).

**Substrato:** sobre galho e tronco em decomposição.



**Figura 18:** *Hypoxylon subgilvum*. a, superfície do estroma; b, detalhes da vista do estroma; c, pigmento estromático; d, conidiosporos (setas); e, ascósporo mostrando fenda germinativa (seta); f, anel apical (seta). Barra de escala. a= 10 mm; b= 2 mm; d, e, f= 10 µm.

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFH**, 3.III.2016, *leg.* K.S. Cruz 279 (INPA 286301). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 695b (INPA 286649); *leg.* K.S. Cruz 709 (INPA 286666); *leg.* K.S. Cruz 730 (INPA 286688). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 413 (INPA 286439); 10.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 347 (INPA 286371); 12.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 338 (INPA 286362); *leg.* K.S. Cruz 369 (INPA 286393); 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 355 (INPA 286379); *leg.* K.S. Cruz 365 (INPA



286389); *leg.* K.S. Cruz 370 (INPA 286394); *leg.* K.S. Cruz 373 (INPA 286397); 3.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 415 (INPA 286441); 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 419 (INPA 286445); 5.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 400 (INPA 286426).

**Nota:** *Hypoxyton subgilvum* é caracterizado pelo pigmento alaranjado e ascósporos de 7–12,5 × 3,2–5,5 µm com fenda germinativa sigmoide (Ju e Rogers 1996). *Hypoxyton rubiginosum* compartilha de similaridades macroscópicas e ascósporos na mesma proporção de tamanho, mas difere quanto à forma do peritécio, esférico a obovoide em vez de obovoide a tubular e o tipo de fenda germinativa, retilínea em vez de sigmoide. Esse é o primeiro registro na região Norte.

**19. *Hypoxyton subrutulum*** Starbäck, Bihang til Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 27 (9): 10 (1901).

(Figura 19 a–d)

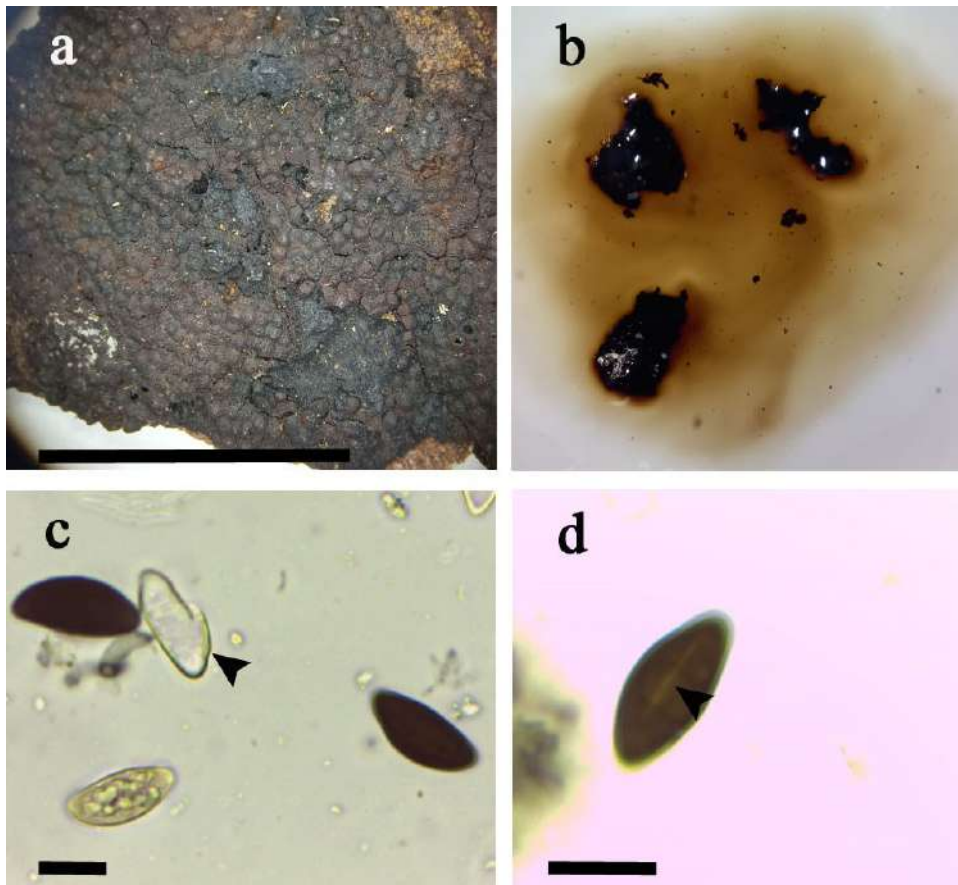
Estromas efusos-pulvinados, 7 × 3 mm; superfície Sepia (63) ou Chestnut (40), com grânulos marrons; pigmento Olivaceous (48), em KOH 10%. Peritécios esféricos, 0,2–0,5 mm. Ostíolos umbilicado. Ascós não observados. Ascósporos marrom-escuros, elipsoides-inequilaterais, 15,4–19,9 × 6,6–8,8 µm (N=43, Me= 17,8 × 7,9 µm), fenda germinativa reta no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** África, América do Sul e Europa (Ju e Rogers 1996; Stadler *et al.* 2008; Cruz e Cortez 2015).

**Substrato:** sobre galho e tronco em decomposição.

**Espécime examinado:** Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 689a (INPA 286640).

**Nota:** *Hypoxyton subrutulum* é caracterizado pelos ascósporos grandes, 13–23 × 6,5–10 µm marrom-escuros com fenda reta no comprimento do esporo (Ju e Rogers 1996). *Hypoxyton diatrypeoides* Rehm possui os ascósporos na mesma faixa de tamanho. No entanto, apresenta pigmento alaranjado em vez de verde e, fenda germinativa reta menor do que o comprimento do esporo. O espécime examinado nesse estudo tem os ascósporos levemente menores, 15,4–19,9 × 6,6–8,8 µm dos descrito por Ju e Rogers (1996), mas está dentro da faixa de tamanho. O material da Argentina descritos por Hladki e Romero (2009) também tem os ascósporos menores 12–13 × 5–6,5 µm. Essa espécie só era conhecida no Sul do Brasil (Cruz e Cortez 2015; Pereira 2015), sendo o primeiro registro na região Norte.



**Figura 19:** *Hypoxylon subrutilum*. a, superfície do estroma; b, pigmento estromático; c, ascósporos mostrando perispório deiscente (seta); d, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta). Barra de escala. a= 10 mm; c, d= 10  $\mu$ m.

## 20. *Hypoxylon* sp. 1

(Figura 20 a–g)

Estromas efusos-pulvinados, 25  $\times$  10 mm; superfície Brown Vinaceous (84), com grânulos marrons entre os peritécios; pigmento Olivaceous (48) em KOH 10%. Peritécios obovoides a tubulares, 0,3–0,8  $\times$  0,2–0,4 mm. Ostíolos umbilicados. Ascospores não observados. Ascósporos marrom-claros a marrons, oblongos a elipsoides-equiláterais, 7,1–9,7  $\times$  2,9–4  $\mu$ m (N=49, Me= 8,1  $\times$  3,5  $\mu$ m), fenda germinativa reta quase no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

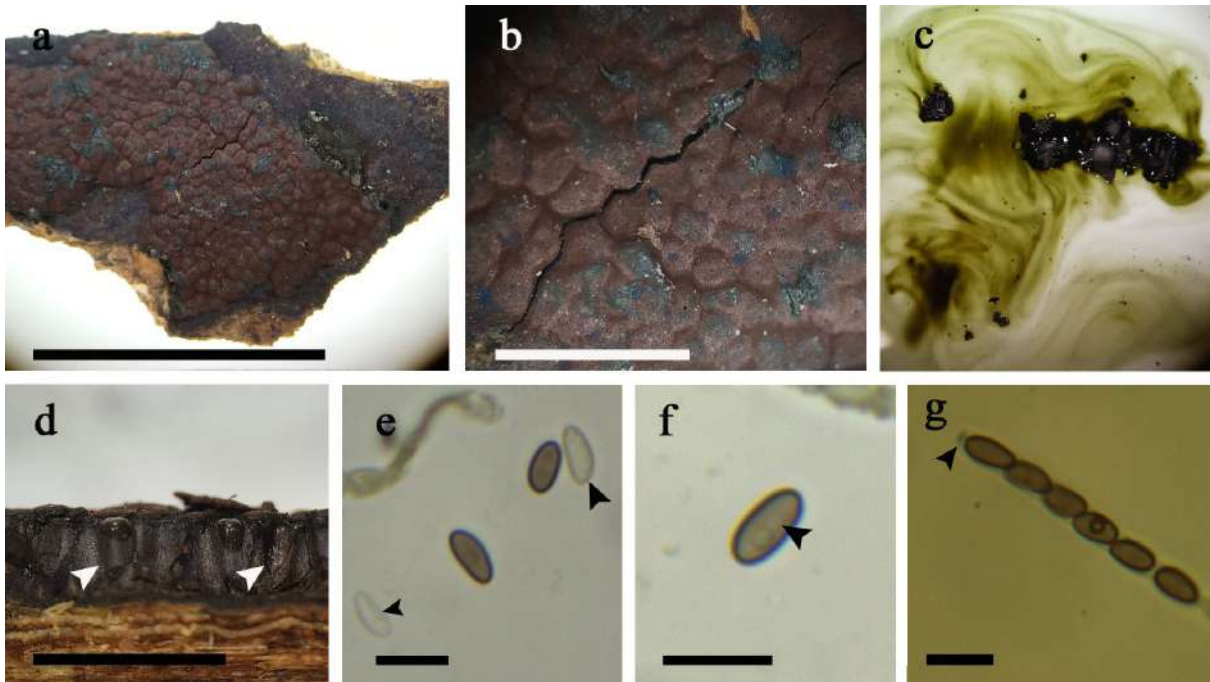
**Distribuição Conhecida:** Localidade tipo.

**Substrato:** sobre galho em decomposição.

**Espécime examinado:** Brasil, Roraima, Caracarái, PNV, 3.X.2017, leg. K.S. Cruz 405 (INPA 286431).

**Nota:** *Hypoxylon* sp. 1 é caracterizado pelos ascósporos oblongos a elipsoide-equiláterais com perispório deiscente e pigmento estromático verde. *Hypoxylon pulicidum* J. Fournier, Polishook e *Hypoxylon investiens* (Schwein.) M. A. Curtis & Bills compartilham das mesmas

características de *Hypoxylon* sp. 1, difere apenas quanto à deiscência do perispório, indeiscente em vez de deiscente. De acordo com Bills *et al.* (2012) essas espécies são indistinguíveis, podendo ser separadas apenas com base na taxonomia molecular e/ou quimiotaxonomia. Silva *et al.* (2020) descreveram *H. pulicicidum* na Bahia com base apenas na taxonomia clássica. Os autores aqui preferem determinar esse táxon depois de análises mais acuradas com outras ferramentas taxonômicas.



**Figura 20:** *Hypoxylon* sp. 1. a, superfície do estroma; b, detalhes da vista do estroma; c, pigmento estromático; d, detalhes dos peritécios (setas); e, ascósporos mostrando perispório deiscente (setas); f, ascósporos mostrando fenda germinativa inconspícua (seta); g, asco mostrando fenda germinativa (seta). Barra de escala. a= 10 mm; b= 2 mm; d= 2 mm; e, f, g= 10  $\mu$ m.

## 21. *Hypoxylon* sp. 2

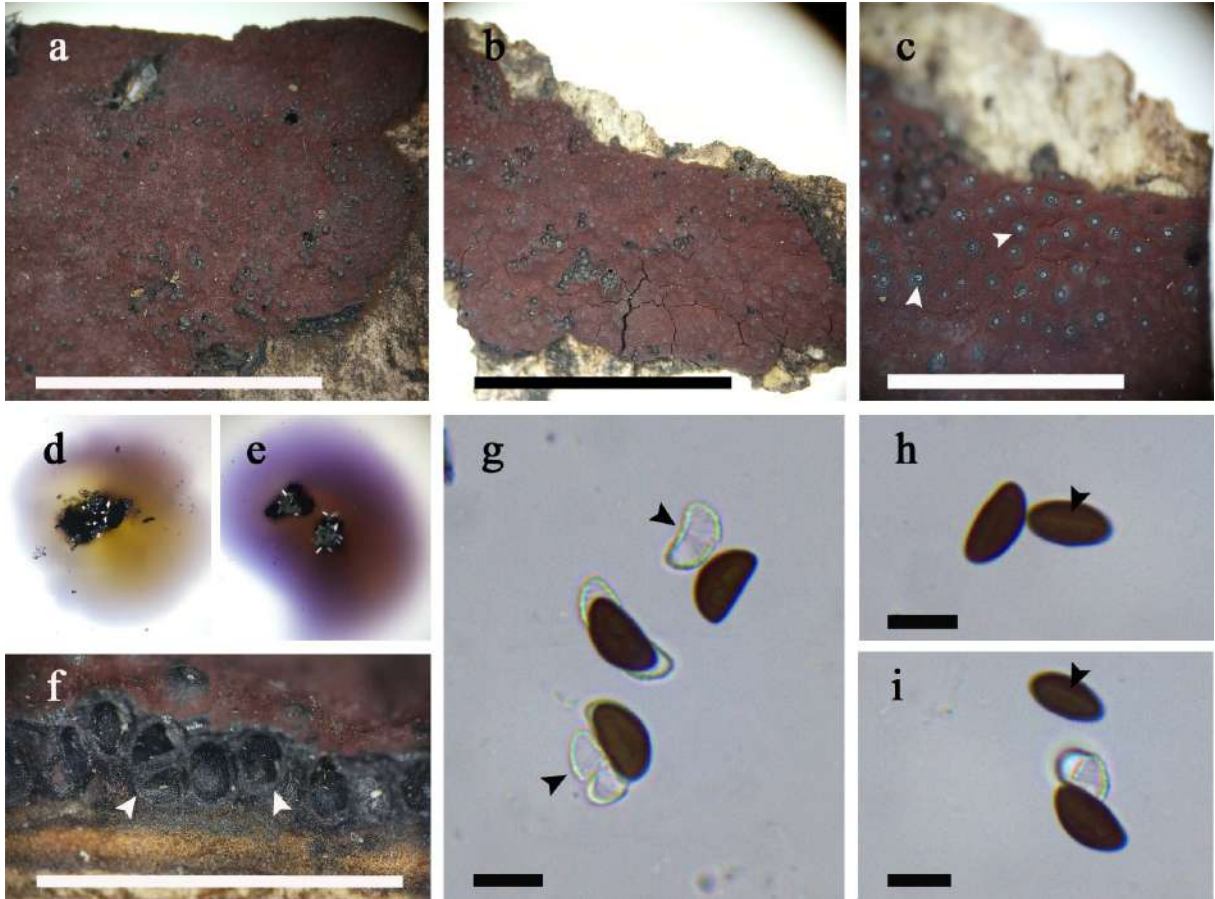
(Figura 21 a–i)

Estromas efusos-pulvinados, 10–30  $\times$  5–15 mm; superfície Brown Vinaceous (84), com grânulos marrons entre os peritécios; pigmento Olivaceous (48) tornando-se Livid Vinaceous (83) depois de 2 minutos em KOH 10%. Peritécios esféricos a obovóides, 0,3–0,5  $\times$  0,2–0,3 mm. Ostíolos umbilicados, geralmente recoberto com substância branca conspícua. Ascospores não observados. Ascósporos marrons, elipsoides-inequilaterais, 9,5–15,6  $\times$  4,1–8,4  $\mu$ m (N=146, Me= 12,4  $\times$  6  $\mu$ m), fenda germinativa reta no comprimento do esporo; perispório deiscente em KOH 10%.

**Distribuição Conhecida:** Localidade tipo.

**Substrato:** sobre galho e tronco em decomposição.

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, PNV, 3.X.2017, leg. K.S. Cruz 424a (INPA 286450), 4.X.2017, leg. K.S. Cruz 392 (INPA 286416), 6.X.2017, leg. K.S. Cruz 418 (INPA 286444).



**Figura 21:** *Hypoxylon* sp. 2. a, b, superfície do estroma; c, detalhes da vista do estroma mostrando disco branco ao redor do ostíolo; d, pigmento estromático depois de 1 minuto de incubação; e, pigmento estromático depois de 10 minuto de incubação; f, detalhes dos peritécios (setas); g, ascósporos mostrando perispório deiscente (seta); h, i, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); Barra de escala. a, b= 10 mm; c= 3 mm; f= 2 mm; g, h, i= 10  $\mu$ m.

**Nota:** *Hypoxylon* sp. 2 é distinguido das espécies de *Hypoxylon* por apresentar uma substância branca ao redor dos ostíolos e pigmento estromático verde, que logo em seguida muda de cor para roxo. Fournier e Lechat (2015) descreveram *H. paracouense* J. Fourn. & Lechat na Guiana Francesa. Essa espécie compartilha as mesmas características mencionadas acima, porém difere quanto ao tamanho dos ascósporos menores,  $7,5-8,2 \times 3,6-4,1 \mu\text{m}$  em vez de  $9,5-15,6 \times 4,1-8,4 \mu\text{m}$  e fenda germinativa sigmoide em vez de reta. *Hypoxylon duranii* J. D. Rogers é semelhante a *Hypoxylon* sp. 2 quanto ao tamanho dos ascósporos e apresenta o perispório estriado. No entanto, não possui essa variação no pigmento, sendo apenas verde amarelado. Os

espécimes examinados nesse estudo foram coletados em Roraima, Estado próximo à Guiana Francesa. Acredita-se que *Hypoxylon* sp. 2 possa ser uma variedade de *H. paracouense*. Contudo sugere-se determinar a espécie após análises acuradas com outras ferramentas taxonômicas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES) pela bolsa de estudo e pelo apoio financeiro do projeto (Projeto CAPES/Pró-Amazônia, no 3255/2013). Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pelo apoio logístico concedidos a este estudo.

## REFERÊNCIAS

- Bills, G.F.; Menéndez, V.G.; Martín, J.; Platas, G.; Fournier, J.; Peršoh, D.; Stadler, M. 2012. *Hypoxylon pulicicidum* sp. nov. (Ascomycota, Xylariales), a Pantropical Insecticide-Producing Endophyte. *PLoS ONE*, 7(10): e46687.
- Cedeño-Sánchez, M.; Wendt, L.; Stadler, M.; Mejía, L.C. 2020. Three new species of *Hypoxylon* and new records of Xylariales from Panama. *Mycosphere* 11(1): 1457–1476.
- Cruz, K.S.; Cortez, V.G. 2015. *Hypoxylon* (Xylariaceae, Ascomycota) from Western Paraná, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 38: 889–901.
- Cruz, K.S.; Cortez, V.G. 2016. *Annulohypoxylon* (Xylariales) from western Paraná, Brazil. *Mycotaxon*, 131:395–402.
- Díaz, S.M.; Sir, E.; Kuhnert, E.; Hladki, A.I. 2018. New records of *Hypoxylon* (Ascomycota, Hypoxylaceae) for the Argentine Yungas. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 20 (2): 229–238p.
- Fidalgo, O. 1970. Adições a história da micologia brasileira I. A coleta mais antiga. *Rickia*, 5: 1–3.
- Fournier, J.; Lechat, C. 2015. New, rarely recorded and unsettled species of *Hypoxylon* (Xylariaceae) from French Guiana. *Ascomycete.org*, 7 (2): 63–96.
- Fournier, J.; Lechat, C.; Courtecuisse, R. 2016. The genus *Hypoxylon* (Xylariaceae) in Guadeloupe and Martinique (French West Indies). *Ascomycete.org*, 7:145–212.

- Hai-xia, M.A.; Vasilyeva, L.; Li, Y. 2012. Two new species of *Hypoxylon* from China. *Sydowia*, 64: 103–108.
- Hladki, A.I.; Romero, A.I. 2009. Taxonomic and nomenclatural aspects of *Hypoxylon* taxa from Southern South America proposed by Spegazzini. *Mycologia*, 101:733– 744.
- Hyde, K.D.; Norphanphoun, C.; Maharachchikumbura, S.S.N.; Bhat, D.J.; Jones, E.B.G.; Bundhun, D.; Chen, Y.J.; Bao, D.F.; Boonmee, S.; Calabon, M.S.; Chaiwan, N. Refined families of Sordariomycetes. *Mycosphere*, 11(1): 305–1059.
- Ju, Y. M.; Rogers, J. D. 1996 . A revision of the genus *Hypoxylon*. *Mycologia Memoirs*, 20: 1–365.
- Kuhnert, E.; Heitkamper, S.; Fournier, J.; Surup, F.; Stadler, M. 2014. Hypoxyvermelhotins A e C, new pigments from *Hypoxylon lechatii* sp. nov. *Fungal Biology*, 118: 242–252.
- Kuhnert, E.; Surup, F.; Wiebach, V.; Bernecker, S.; Stadler, M. 2015. Botryane, noreudesmane and abietane terpenoids from the ascomycete *Hypoxylon rickii*. *Phytochemistry*, 117: 116–122.
- Lee, Y.S.; Whalley, A.J.S. 2000. The genus *Hypoxylon*, Wood Decay Fungi I. Teleomorph of *Hypoxylon* Section. *Mycobiology*, 28:(1) 5–10.
- Mathiassen, G.; Granmo, A.; RÄMÄ, T. 2011. *Hypoxylon macrosporum* P. Karst. (Xylariaceae) new to Finland and a new northern limit. *Karstenia*, 51: 17– 22.
- Miller, J. H. 1961. A monograph of the world species of *Hypoxylon*. Athens, U.S.A. University of Georgia Press, 158pp.
- Palapathwala, P.; Daranagama, D.; Abeywickrama, K.; Kannangara, B.T.S.D.P. 2019. Two new records of *Hypoxylon hypomiltum* and *Hypomontagnella monticulosa* from Pilikuththuwa lowland wet zone forest, Sri Lanka. *Studies in Fungi*, 4(1): 135–145.
- Pereira, J.; Bezerra, J.L.; Maia, L.C 2008. Revision of taxa of the URM Herbarium 2. *Hypoxylon* species described by A.C. Batista. *Mycotaxon*, 104: 405–408.
- Pereira, J.; Rogers, J.D.; Bezerra, J.L. 2009. New Xylariaceae taxa from Brazil. *Sydowia*, 61: 321–325.
- Pereira, J.; Rogers, J.D.; Bezerra, J.L. 2010. New *Annulohypoxylon* species from Brazil. *Mycologia*, 102: 248–252.
- Pereira J. 2015. Xylariales. Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) Acesso em 22/02/2021.
- Poroca, D.J.M. 1986. Revisão histórica das Xylariaceae do Brasil. *Bol. Micol.* 15: 41-53.



- Pourmoghaddam, M.J.; 2020. Discovery of a new species of the *Hypoxylon rubiginosum* complex from Iran and antagonistic activities of *Hypoxylon* spp. against the Ash Dieback pathogen, *Hymenoscyphus fraxineus*, in dual culture. *MycKeys*, 66: 105–133.
- Rayner, R.W. 1970. A Mycological Colour Chart. Commonwealth Mycological Institute, Kew and British *Mycological Society*, 34 p.
- Schlingmann, G.; Milne, L.; Carter, G.T. 2002. Isolamento e identificação de poliésteres antifúngicos do fungo marinho *Hypoxylon oceanicum* LL-15G256. *Tetrahedron*, 58(34): 6825–6835.
- Stadler, M.; Fournier, J.; Tejera.; Esperanza.; Granmo. A.; 2008. The “red Hypoxylons” of the temperate and subtropical Northern Hemisphere. *North American Fungi*. 3:73–125.
- Stadler, M.; Wollweber, H.; Fournier, J. 2004. Uma espécie específica do hospedeiro de *Hypoxylon* da França, e notas sobre a quimiotaxonomia do complexo *Hypoxylon rubiginosum*. *Mycotaxon*, 90: 187–211.
- Silva, C.S.; Pereira, M.B.; Pereira, J. 2020. New accounts on Hypoxylaceae and Xylariaceae from Brazil. *Rodriguésia*, 71: e03012018.
- Silveira, V.D.; Rodrigues, K.F. 1985. Levantamento Preliminar de Xylariaceae da Amazônia. *Acta Amazonica*, 15: 1–2.
- Sir, E.B.; Kuhnert, E.; Lambert, C.; Hladki, A.I.; Romero, A.I.; Stadler, M. 2016. New species and reports of *Hypoxylon* from Argentina recognized by a polyphasic approach. *Mycol Progress*, 15: 42.
- Sir, E.B.; Becker, K.; Lambert, C.; Bills, G.F.; Kuhnert, E. 2019. Observations on Texas hypoxylons, including two new *Hypoxylon* species and widespread environmental isolates of the *H. croceum* complex identified by a polyphasic approach. *Mycologia*, 111: (5) 832–856.
- Ulloa-Benítez, A.; Romero, Y. M.; Fernández, R. S.; Oliveras, P.L.; Flores, G. R.; Lisci, G. D.; Suárez, T. H.; Rubalcava, M.L. M. 2016. Phytotoxic and antimicrobial activity of volatile and semi-volatile organic compounds from the endophyte *Hypoxylon anthochroum* strain Blaci isolated from *Bursera lancifolia* (Burseraceae). *Journal of Applied Microbiology*, 121 (2): 380–400.
- Vasilyeva, L.N.; Rogers, J.D.; Miller, A.N. 2007. Pyrenomycetes of the Great Smoky Mountains National Park. V. *Annulohypoxylon* and *Hypoxylon* (Xylariaceae). *Fungal Diversity*, 27: 231–245.
- Vasilyeva, L.N.; Stephenson, S.L.; Hyde, K.D.; Bahkali, A.H. 2012. Alguns fungos pirenomicetos estromáticos do norte da Tailândia - *Biscogniuxia*, *Camillea* e *Hypoxylon* (Xylariaceae). *Fungal Diversity*, 55: 65–76.

Wendt, L.; Sir, E. B.; Kuhnert, E.; Heitkämper, S.; Lambert, C.; Hladki, A. I.; Romero, A. I.; Luangsa-ard, J.J.; Srikitikulchai. P.; Peršoh, D.; Stadler. M. 2018. Resurrection and emendation of the Hypoxylaceae, recognised from a multigene phylogeny of the Xylariales. *Mycological Progress*, 17:115–154.



O manuscrito será submetido para avaliação à revista *Rodriguésia* (ver normas em <http://rodriguesia.jbrj.gov.br/>)

**Annotated das Hypoxylaceae (Ascomycota, Xylariales) da floresta Amazônica Ocidental Brasileira.**

Kely da Silva Cruz<sup>1,2,\*</sup>, Marly Castro Lima<sup>2</sup>, Maria Aparecida de Jesus<sup>1,2</sup>, Antônia Queiroz Lima de Souza<sup>1,3</sup>, Ceci Sales-Campos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Avenida Carvalho Leal, 1777, Cachoeirinha, 69065-170, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Tecnologia e Inovação. Avenida André Araújo, 2.936, Petrópolis 69011970, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>3</sup>*Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Faculdade de Ciências Agrárias, Avenida. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, 69067-005, Coroado I, Manaus, Amazonas, Brasil.*

\*[cruzsk@outlook.com](mailto:cruzsk@outlook.com)

## Resumo

Este estudo atualiza os dados disponíveis da família Hypoxylaceae na região amazônica ocidental brasileira. Esses dados são baseados em expedições de campo no estado do Amazonas, Roraima e Acre, realizada durante os anos de 2016 a 2018, assim como em pesquisa bibliográfica disponível no Flora do Brasil. Ao todo são conhecidos na Amazônia 52 táxons, distribuídos em 8 gêneros: *Annulohypoxyon*, *Daldinia*, *Hypoxylon*, *Hypomontagnella*, *Phylacia*, *Pyrenopolyporus*, *Rhopalostroma* e *Thamnomycetes*. As espécies de *Annulohypoxyon* e *Hypoxylon* foram tratadas previamente em outros trabalhos. O levantamento desse estudo ampliou a distribuição das espécies de Hypoxylaceae no Brasil de 71 para 79 e, substancialmente de 23 para 49 na região Norte do país.

**Palavras-chave:** ascomycetes, micodiversidade, fungos periteciais.

## Introdução

O Brasil é constituído por seis distintos biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Destes, o Bioma Amazônia é o maior, ocupando 49,5% do território brasileiro (IBGE 2019). A Amazônia brasileira é subdividida em: Amazônia Ocidental e Oriental. A Amazônia Ocidental é constituída pelos Estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima e, a Amazônia Oriental pelo, Pará, parte do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso (SUDAM 2017). A Amazônia, apesar de ocupar grande parte do bioma brasileiro, tem sua funga ainda pouco explorada (Ritter *et al.* 2018), sendo a Mata Atlântica a mais estudada. Isso se deve ao fato que a maioria dos micólogos brasileiros estarem concentrados nesse bioma (Rodrigues *et al.* 2015).

O Filo Ascomycota possui o maior número de espécies do Reino Fungi, com aproximadamente 21 classes, 147 ordem, 626 famílias, 7.034 gêneros e 80.145 espécies (Wijayawardene *et al.* 2020). Dentro deste filo encontra-se a família Hypoxylaceae DC. a qual foi recentemente separada de Xylariaceae (umas das maiores famílias de Ascomycota não liquenizados) e compreende uma nova família dentro de Xylariales. Hypoxylaceae compreende cerca de 400 espécies e 19 gêneros: *Annulohypoxylon* Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, *Anthocanalis* Daranag., Camporesi & K.D. Hyde, *Chlorostroma* A.N. Mill., Lar.N. Vassiljeva & J.D. Rogers, *Daldinia* Ces. & De Not., *Durotheca* Læssøe, Srikit., Luangsa-ard & M. Stadler, *Entonaema* Möller, *Hypomontagnella* Sir, L. Wendt & C. Lambert, *Hypoxylon* Bull., *Jackrogersella* L. Wendt, Kuhnert & M. Stadler, *Natonodosa* Heredia, *Phylacia* Lév., *Pyrenomyxa* Morgan, *Pyrenopolyporus* Lloyd, *Rhopalostroma* D. Hawksw., *Rostrohypoxylon* J. Fourn. & M. Stadler, *Ruwenzoria* J. Fourn., M. Stadler, Læssøe & Decock, *Thamnomycetes* Ehrenb., *Theissenia* Maubl., *Thuemenella* Penz. & Sacc (Wend 2018; Wijayawardene *et al.* 2020). Destes gêneros, dez ainda não são conhecidos no Brasil, são eles: *Anthocanalis*, *Chlorostroma*, *Durotheca*, *Jackrogersella*, *Natonodosa*, *Pyrenomyxa*, *Rostrohypoxylon*, *Ruwenzoria*, *Theissenia* e *Thuemenella* (Pereira 2015).

No Brasil, são conhecidas 71 espécies de Hypoxylaceae (Pereira 2015). O primeiro registro dessa família foi *Thamnomycetes chamissonis* Ehrenb, coletado em Santa Catarina por Adalbert Von Chamisso e descrita por Christian Gottfried Ehrenberg, um biólogo alemão (Fidalgo 1968). Durante o século XIX os fungos brasileiros foram intensamente coletados e estudados por naturalistas estrangeiros (Fidalgo 1970). O trabalho de Möller (1901) foi o mais representativo publicado na época “Phycomyceten und Ascomyceten”, com descrição taxonômica, hábito e uma breve nota dos fungos (Stadler 2011). A família Hypoxylaceae foi estudada no Brasil por: Silveira e Rodrigues

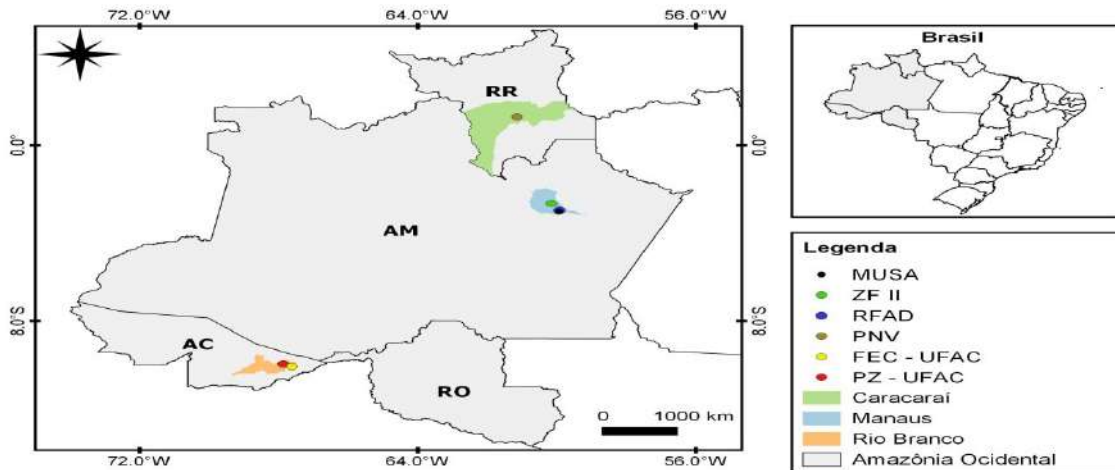
(1985), Yuyama *et al.* (2013) na região Norte. Poroca (1986), Pereira *et al.* (2008a, 2008b, 2009, 2010), Lacerda *et al.* (2018) e Silva (2020) no Nordeste e Meijer (2006, 2010) e Cruz e Cortez (2015, 2016) no Sul. Destes micólogos, Pereira e Cruz foram os que mais contribuíram com o conhecimento de Hypoxylaceae no Brasil.

A família Hypoxylaceae é amplamente distribuída em áreas de clima tropical, subtropical e temperada, com distribuição cosmopolita (Kuhnert *et al.* 2017). Suas espécies são encontradas, principalmente, como sapróbios e endófitos, menos frequente como parasitas facultativos (Sir *et al.* 2016) e produzem metabólitos secundários que são extraídos do ascoma e da cultura micelial, com valor quimiotaxonomico e potencial biotecnológico (Karwehl & Stadler 2016). Os fungos dessa família são caracterizados pelo ascoma peritecial geralmente efuso-pulvinado a globoso, com coloração principalmente enegrecida, menos frequente vináceo, alaranjado e azul, e liberam pigmentos estromáticos em KOH 10%. Os ascos (estrutura de reprodução) são cilíndricos com um aparato apical no ápice, o qual se torna amiloide (azul) em reagente de Melzer, os ascósporos unicelulares possuem coloração marrom e são principalmente elipsoide-inequilateral, com fenda germinativa que varia de retilínea a sigmoide (Rogers 2000).

O estudo foi baseado em espécimes de Hypoxylaceae coletados em seis locais da Amazônia Ocidental Brasileira e pesquisa bibliográfica. Todos os espécimes foram identificados com base na taxonomia clássica

## **Material e Métodos**

Esse checklist é baseado em um estudo com a família Hypoxylaceae realizado na Amazônia Ocidental Brasileira. Os fungos coletados durante o período chuvoso de 2016-2018, sendo realizadas ao menos duas coletas durante 2 a 7 dias em cada localidade: Museu da Amazônia (MUSA) (3°0'27.00"S, 59°56'22.92"); Estação Experimental de Silvicultura Tropical (ZFII) (2°35'00''S, 60°20'00''W); Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD) (2°54'2.14"S, 60°5'12.24"O) e em Manaus-AM; Parque Nacional do Viruá (PNV) (1°30'36"N, 60°42'59"O) em Caracaraí-RR; Fazenda Experimental Catuaba (FEC) (10°4'36"S, 67°37'0"W) em Senador Guimard-AC e Parque Zoobotânico (PZ) (9°57'25.9"S, 67°52'28.7"W) em Rio Branco-AC (Mapa 1). E no banco de dados Flora do Brasil e, adicionalmente artigos publicados para família Hypoxylaceae.



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo na Amazônia Ocidental Brasileira

## Resultados

### Chave de Hypoxalaceae da Amazônia Ocidental Brasileira

1. Ascoma filiforme ou dendroide, ascósporos alandoides.....2. (*Thamnomycetes* Ehrenb.)
  2. Pigmento estromático verde em contato com KOH 10%.....3
    3. Ascoma filiforme, peritécios estipitados..... *Thamnomycetes* sp.
      - 3'. Ascoma dendroide, peritécios sésseis.....4
        4. Ascósporos  $7-10 \times 3-4,5 \mu\text{m}$ .....**48. *Thamnomycetes chamissonis***
          - 4'. Ascósporos  $6.5-8 \times 3-4 \mu\text{m}$ .....**50. *Thamnomycetes dendroidea***
  - 2'. Pigmento estromático lilás em contato com KOH 10%.....5
    5. Peritécios alongados com ostíolos curto.....**51. *Thamnomycetes fuciformis***
      - 5'. Peritécios curtos com ostíolos alongados.....6
        6. Ascósporos  $8-11 \times 3,5-5 \mu\text{m}$ .....**49. *Thamnomycetes chordalis***
          - 6'. Ascósporos  $8-9 \times 3-4 \mu\text{m}$ .....**52. *Thamnomycetes rostratus***
- 1'. Ascoma de outra forma, ascósporos diferentes do mencionado acima.....7
  7. Uniperitecial sem ostíolos e uma massa de esporos pulverulentos.....8. (*Phylacia* Lév.)

8. Ascoma hemisférico.....9
9. Ascósporos < 14  $\mu\text{m}$ .....**39. *Phylacia bomba***
- 9'. Ascósporos > 14  $\mu\text{m}$ .....**40. *Phylacia bomba* var. *macrospora***
- 8'. Ascoma de outra forma.....10
10. Ascoma piriforme.....11
11. Ascósporos 7–10  $\times$  3–4,5  $\mu\text{m}$ .....**42. *Phylacia poculiformis***
- 11'. Ascósporos 12–13  $\times$  6–7  $\mu\text{m}$ .....**43. *Phylacia surinamensis***
- 10'. Ascoma turbinado ou globoso.....12
12. Ascoma globoso, ascósporos 9–15  $\times$  4,5–8  $\mu\text{m}$ .....**41. *Phylacia globosa***
- 12'. Ascoma turbinado, ascósporos 11–13  $\times$  5–6  $\mu\text{m}$ .....**44. *Phylacia turbinata***
- 7'. Multipericiais com ostíolos e sem massa de esporos pulverulentos.....13
13. Ascoma com zonas concêntricas.....14. (***Daldinia*** Ces. & De Not.)
14. Ascoma liberando pigmento estromático verde em contato com KOH 10%,  
ascósporos 10–12  $\times$  5–6  $\mu\text{m}$ .....**13. *Daldinia starbaeckii***
- 14'. Ascoma liberando pigmento estromático lilás em contato com KOH 10%,  
ascósporos > 12  $\mu\text{m}$ .....14
15. Ascósporos 11–13  $\times$  5–6,5  $\mu\text{m}$ .....**12. *Daldinia eschscholtzii***
- 15'. Ascósporos 13–17,5  $\times$  6–7,5  $\mu\text{m}$ .....**11. *Daldinia concentrica***
- 13'. Ascoma sem zonas concêntricas.....16
16. Ascoma em grupos e estipitado.....**47. *Rhopalostroma sphaerocephalum***
- 16'. Ascoma solitários sem estipe.....17
17. Ostíolo umbilicado, raramente cercado por um disco anular.....18
18. Ascoma efuso-pulvinado, tecido abaixo da camada stromatal <3 cm  
.....**\**Hypoxylon***

18'. Ascoma peltado, tecido abaixo da camada stromatal <3 cm

.....45. *Pyrenopolyporus hunteri*

17'. Ostíolo papilado, usualmente cercado por um disco anular.....19

19. Pigmento estromático presente em ascoma maturo ou não

.....\**Annulohypoxyton*

19'. Pigmento estromático presente apenas em ascoma imaturo

.....20. (*Hypomontagnella* Sir, L. Wendt & C. Lambert)

20. Ascósporos com fenda germinativa sigmoide, 7–11 × 3,5–4,5 μm

.....38. *Hypomontagnella monticulosa*

20'. Ascósporos com fenda germinativa reta, 11–16 × 5,5–6,5 μm

.....39. *Hypomontagnella rubigineoareolata*

#### \*Gêneros já publicados com chave de identificação

1. *Annulohypoxyton archeri* (Berk.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 857 (2005).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996).

**Espécime examinado:** Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 25.II.2018, leg. K.S. Cruz 437 (INPA 286464).

2. *Annulohypoxyton duckei* K.S. Cruz & M.A. De Jesus, New Zealand Journal of Botany 59(2): 270 (2020).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020).

**Distribuição:** conhecida para localidade tipo Manaus/Amazonas.

**Espécime examinado:** Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 14Jul. 2018, leg. K.S. Cruz 554 (INPA 286505).

3. *Annulohypoxyton leptascum* (Speg.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97 (4): 859 (2005).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** América do Norte e do Sul, Ásia (Ju & Rogers 1996).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 14.VII.2018, leg. K.S. Cruz 536a (INPA 286485). Brasil, Acre, Rio Branco, Senador Guiomard, **FEC**, 31.VII.2018, leg. K.S. Cruz 611 (INPA 286562); 4.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 739b (INPA 286699). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, leg. K.S. Cruz 606 (INPA 286558); 1.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 616, 627, 633, 642c (INPA 286568, 286579, 286585, 286596); 2.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 652 (INPA 286607).

4. *Annulohypoxyton moriforme* (Henn.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97 (4): 859 (2005).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Pereira 2015; Fournier & Lechat 2016).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 2.III.2016, leg. K.S. Cruz 274, (INPA 286296); 7.VII.2016, leg. K.S. Cruz 288, 294 (INPA 286310, 286316). Brasil, Manaus, **RFAD**, 15.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 571, 576 (INPA 286524, 286529). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 13.VIII.2017, leg. K.S. Cruz 319, 360 (INPA 286344, 286384); 5.X.2017, leg. K.S. Cruz 383 (INPA 286407). C86589, 286601).

5. *Annulohypoxyton nitens* (Ces.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 861 (2005).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Fournier & Lechat 2016).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 19.V.2016, leg. K.S. Cruz 267 (INPA 286289); 23.V.2016, leg. K.S. Cruz 260 (INPA 286282); 28.VI.2016, leg. K.S. Cruz 248, 259, 272 (INPA 286270, 286281, 286294). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 4.III.2016, leg. K.S. Cruz 351 (INPA 286375). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 14.VII.2018, leg. K.S. Cruz 588 (INPA 286539); 15.VII.2018, leg. K.S. Cruz 558, 563 (INPA 286510, 286515). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 10.VII.2017, leg. K.S. Cruz 323, 346 (INPA 286348, 286370); 13.VII.2017, leg. K.S. Cruz 322 (INPA 286347); 3.X.2017, leg. K.S. Cruz 387 (INPA 286411); 4.X.2017, leg. K.S. Cruz 382 (INPA 286406); 5.X. 2017, leg. K.S. Cruz 425, 427, 749 (INPA 286452, 286709); 10.X.2017, leg. K.S. Cruz 384 (INPA 286408). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 636 (INPA 286588).

6. *Annulohypoxyton purpureonitens* (Y.M. Ju & J.D. Rogers) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 861 (2005).



**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Brasil, Mexico e Argentina (Pereira 2015; Ju & Rogers 1996).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 16.II.2016, leg. K.S. Cruz 231 (INPA 286253). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018 leg. K.S. Cruz 431 (INPA 286458). Brasil, Roraima, Caracaraí, **PNV**, 10.VII.2017, leg. K.S. Cruz 348 (INPA 286372); 3.X.2017, leg. K.S. Cruz 395 (INPA 286419); 4.X.2017, leg. K.S. Cruz 379 (INPA 286403); 6.X.2017, leg. K.S. Cruz 335, 535 (INPA 286359, 286484).

7. *Annulohypoxyton cf. pyriforme* (Y.M. Ju & J.D. Rogers) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 861 (2005).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Venezuela (Ju & Rogers 1996). Primeiro registro para o Brasil.

**Espécime examinado:** Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 14.VII.2018, leg. K.S. Cruz 538 (INPA 286488).

8. *Annulohypoxyton stygium* (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 861 (2005).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Pereira 2015; Fournier & Lechat 2016).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 19.III.2016, leg. K.S. Cruz 257 (INPA 286279), 27.IV.2016, leg. K.S. Cruz 245, 246 (INPA 286267, 286268). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 8.II.2016, leg. K.S. Cruz 296 (INPA 286318); 2.III.2016, leg. K.S. Cruz 275 (INPA 286297); 3.III.2016, leg. K.S. Cruz 292, 293 (INPA 286314, 286315); 7.III.2016, leg. K.S. Cruz 291 (INPA 286313); 8.VII.2016, leg. K.S. Cruz 289, 290 (INPA 286311, 286312). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 2.II.2018, leg. K.S. Cruz 433, 435 (INPA 286460, 286462); 14.VII.2018, leg. K.S. Cruz 541b, 551 (INPA 286492, 286502); 15.VII.2018, leg. K.S. Cruz 564 (INPA 286516). Brasil, Roraima, Caracaraí, **PNV**, 11.VII.2017, leg. K.S. Cruz 341 (INPA 286365); 4.X.2017, leg. K.S. Cruz 324, 385 (INPA 286349, 286409); 6.X.2017, leg. K.S. Cruz 403, 406, 426 (INPA 286429, 286432, 286453). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 1.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 629 (INPA 286581); 3.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 682, 685, 686, 687, 690, 691a (INPA 286634, 286636, 286637, 286638, 286642, 286643).

9. *Annulohypoxyton truncatum* (Starbäck) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh, Mycologia 97(4): 861 (2005).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Pereira 2015; Fournier & Lechat 2016).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 16.II.2016, leg. K.S. Cruz 230 (INPA 286252); 19.V.2016, leg. K.S. Cruz 238, 271 (INPA 286260, 286293); 23.V.2016, leg. K.S. Cruz 251 (INPA 286273). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 2.III.2016, leg. K.S. Cruz 356 (INPA 286380); 8.VI.2016, leg. K.S. Cruz 295, 297a (INPA 286317, 286319); 14.III.2018, leg. K.S. Cruz 541a (INPA 286491). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 15.VII.2018, leg. K.S. Cruz 595, 569a (INPA 286546, 286521). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 1.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 617 (INPA 86569).

#### 10. *Annulohypoxyton* sp.

**Descrição:** Cruz *et al.* (2020).

**Distribuição:** Localidade tipo, Manaus/AM.

**Espécime examinado:** Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 7.VII.2018, leg. K.S. Cruz 599 (INPA 286550).

11. *Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not., Comm. Soc. crittog. Ital. 1(no. 4): 197. (1863).

**Descrição:** Stadler *et al.* (2014).

**Distribuição:** América do Norte e do Sul, Ásia, Oceania e Europa (Ju & Rogers 1997; Stadler *et al.* 2014; Pereira 2015).

12. *Daldinia eschscholtzii* (Ehrenb.) Rehm, Annales Mycologici 2 (2): 175 (1904).

(Figura 2 a–e).

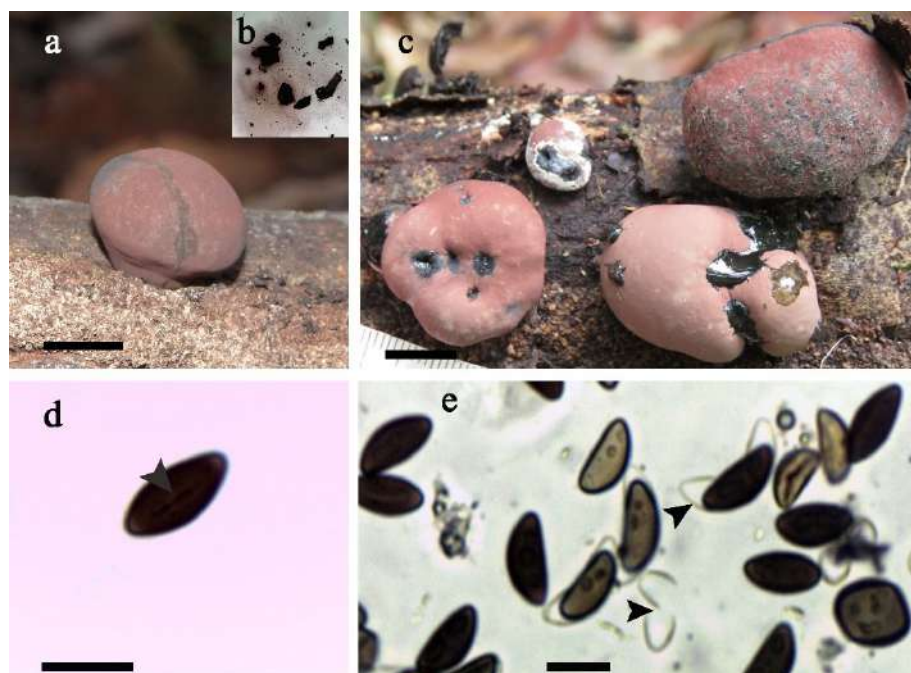
**Descrição:** Stadler *et al.* (2014).

**Distribuição:** Pantropical (Stadler *et al.* 2014).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 27.IV.2016, leg. K.S. Cruz 247 (INPA 286269). Brasil, Acre, Rio Branco, Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 12.VII.2017, leg. K.S. Cruz 331 (INPA 286355), 13.VII.2017, leg. K.S. Cruz 326 (INPA 286350), leg. K.S. Cruz 333 (INPA 286357); 4.X.2017, leg. K.S. Cruz 388, 389 (INPA 286412, INPA 286413). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, leg. K.S. Cruz 605 (286557), 3.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 676 (286629), leg. K.S. Cruz 693 (INPA 286646). Brasil, Acre, Senador Guimard, **FEC**, 4.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 704 (INPA 286661). **RFAD**, 15.VII.2018, leg. K.S. Cruz 575 (INPA 286528), leg. K.S. Cruz 601 (INPA 286552).

**Nota:** De acordo com Stadler *et al.* (2014), *Daldinia eschscholtzii* apresenta o estroma variável de placentiforme, turbinado, estipitado, semigloboso a sésil, mas a forma predominante são as

duas últimas. A forma semiglobosa foi encontrada nos espécimes examinados da Amazônia. *Daldinia eschscholtzii* é morfológicamente similar à *D. concentrica* (Bolton) Ces. & De Not., mas difere quanto ao tamanho dos ascósporos, pois são levementes menores,  $8\text{--}14 \times 3\text{--}6 \mu\text{m}$  vs.  $13\text{--}17,5 \times 6\text{--}7,5 \mu\text{m}$  e, o tipo de ornamentação dos ascósporos visto em microscopia eletrônica de varredura (MEV), liso vs. estriado (Stadler *et al.* 2014). *Daldinia eschscholtzii* já foi registrada para a região Norte do Brasil (Stadler *et al.* (2014).



**Figura 2:** *Daldinia eschscholtzii*. a, c, superfície do estroma; b, pigmento estromático; d, ascósporo mostrado fenda germinativa (seta); e, ascósporos mostrando perispório deiscente (setas). Barra de escala. a, c= 10 mm; d, e= 10  $\mu\text{m}$ .

**13. *Daldinia starbaeckii*** M. Stadler & Læssøe, *Studies in Mycology* 77: 69 (2014).

(Figura 3 a–e).

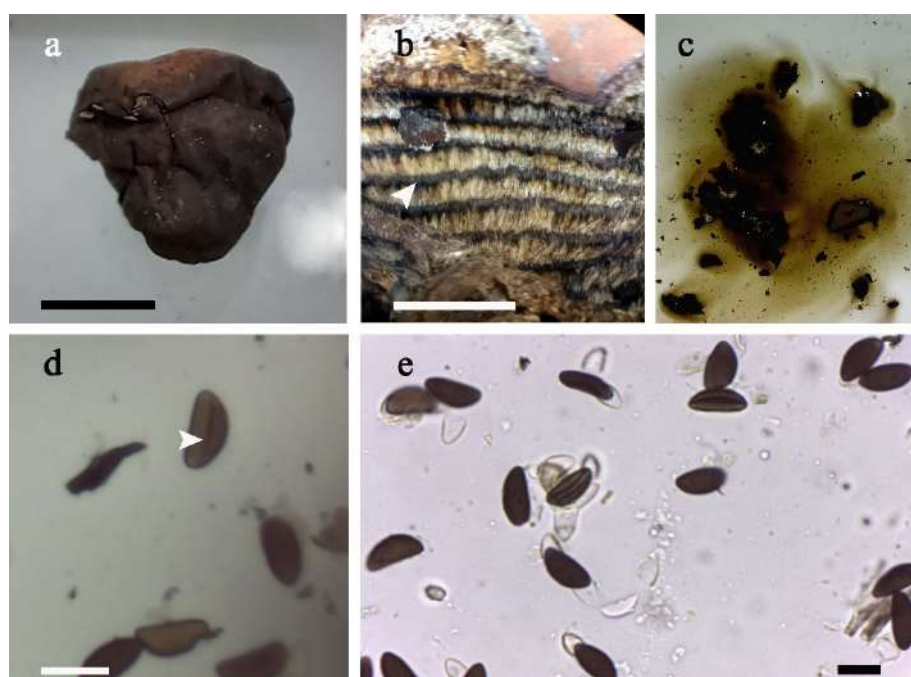
**Descrição:** Stadler *et al.* (2014).

**Distribuição:** Pantropical (Stadler *et al.* 2014).

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, PNV, 12.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 334 (INPA 286358), 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 327 (INPA 286351), *leg.* K.S. Cruz 330 (INPA 286354), 04.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 391 (INPA 286415). Brasil, Acre, Senador Guiomard, FEC, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 713 (INPA 286670).

**Nota:** De acordo com Stadler *et al.* (2014) *Daldinia starbaeckii* havia sido identificada por Starbäck (1901) como *D. concentrica* var. *eschscholtzii*, mas difere quanto o tamanho dos ascósporos menores  $10\text{--}12 \times 5\text{--}6$  vs.  $11\text{--}14 \times 5\text{--}6,5 \mu\text{m}$  e, o tipo de pigmento estromático verde vs. lilás. O registro de *D. starbaeckii* no Brasil foi realizado no Amazonas na estrada para

Venezuela, mesmo lugar onde foi encontrado os espécimes aqui.



**Figura 3:** *Daldinia starbaeckii*. a, superfície do estroma; b, zonas concêntricas (seta); c, pigmento estromático; d, ascósporo mostrado fenda germinativa (seta); e, ascósporos mostrando perispório deiscente. Barra de escala. a= 10 mm; b= 2 mm; d, e= 10  $\mu$ m.

**14. *Hypoxyylon aeruginosum*** J.H. Mill., Mycologia 25 (4): 321 (1933).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju e Rogers (1996).

**Distribuição:** África, América do Norte e do Sul, Europa e Ásia (Fournier *et al.* 2015; Fournier & Lechat 2016; Diaz *et al.* 2018).

**Espécime examinado:** Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 614a (286564).

**15. *Hypoxyylon anthochroum*** Berk. & Broome, Journal of the Linnean Society. Botany 14 (74): 122 (1873).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** América do Norte e Sul, Ásia e Oceania (Ju e Rogers 1996; Vasilyeva *et al.* 2012; Cruz e Cortez 2015; Diaz *et al.* 2018).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 16.IV.2016, *leg.* K.S. Cruz 234 (INPA 286254). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 651 (286606); *leg.* K.S. Cruz 654 (286609); *leg.* K.S. Cruz 657 (286612). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 721 (INPA 286678); *leg.* K.S. Cruz 722 (INPA 286679); *leg.* K.S. Cruz 739a (INPA 286679).

16. *Hypoxyylon brevisporum* Y.-M. Ju & J. D. Rogers, Mycol. Mem. 20: 92 (1996).

**Descrição:** Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Brasil, Guadalupe, Havaí e Taiwan (Ju & Rogers 1996; Fournier *et al.* 2016).

17. *Hypoxyylon crocopeplum* Berk. & M.A. Curtis, Grevillea 4 (30): 49 (1875).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Hai-xia *et al.* 2012; Lee & Whalley 2000).

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 6.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 455 (INPA 286482).

18. *Hypoxyylon dickermanii* Theiss., Ann. Mycol. 6:346. (1908).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Brasil e México (Ju & Rogers 1996).

19. *Hypoxyylon erythrostroma* J.H. Mill., Mycologia 25(4): 323 (1933).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Fournier *et al.* 2016).

20. *Hypoxyylon duranii* J.D. Rogers, Mycotaxon 23: 429 (1985).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** África, América do Norte Sul e Ásia (Ju & Rogers 1996; Fournier & Lechat 2016).

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 399 (INPA 286425); 6.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 398 (INPA 286424); 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 354 (INPA 286378). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 436 (INPA 286463); 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 557a (INPA 286508). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 604a (INPA 286555); 3.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 674 (286627).

21. *Hypoxyylon fendleri* Berk. ex Cooke, Grevillea 11 (60): 132 (1883).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Fournier & Lechat 2016; Diaz *et al.* 2018; Cedeño-Sanchez *et al.* 2020).

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 342 (INPA 286366). Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 608 (INPA 286560). Brasil, Acre, Senador Guimard, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 707 (INPA 286664).

**22. *Hypoxylon fuscopurpureum*** (Schwein.) M.A. Curtis, North Carolina Geological and Natural History Survey Papers 3: 140 (1867).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** América do Norte e Sul, Europa (Ju & Rogers 1996).

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 6.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 393 (INPA 286417). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 639 (INPA 286591). Brasil, Acre, Rio Branco, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 739a (INPA 286698).

**23. *Hypoxylon fuscum*** (Pers.) Fr., Summa vegetabilium Scandinaviae 2: 384 (1849).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 19.V.2016, *leg.* K.S. Cruz 237b (INPA 286259). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 7.VI.2016, *leg.* K.S. Cruz 312b (INPA 286336). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 432 (INPA 286459); 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 596 (INPA 286547). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 698, 699, 701, 705, 724b (INPA 286653, 286654, 286657, 286662, 286682).

**24. *Hypoxylon cf. fusoidesporum*** Y.M. Ju & J.D. Rogers, Mycologia Memoirs 20: 92 (1996).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Guiana Francesa e Guiana (Ju & Rogers 1996).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 7.VI.2016, *leg.* K.S. Cruz 300 (INPA 286323). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 367 (INPA 286391); 3.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 424b (INPA 286451). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 577a (INPA 286530).

**25. *Hypoxylon haematostroma*** Mont., Annales des Sciences Naturelles Botanique 17: 124 (1842).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Sir *et al.* 2016; Cedeño–Sanchez *et al.* 2020).

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 11.VII. 2017, *leg.* K.S. Cruz 366 (INPA 286390); 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 336 (INPA 286360); *leg.* K.S. Cruz 352 (INPA 286376); *leg.* K.S. Cruz 363 (INPA 286387); *leg.* K.S. Cruz 371 (INPA 286395); 03.X.2017 *leg.* K.S. Cruz 409 (INPA 286435), 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 420 (INPA 286446).

- 26. *Hypoxylon hypomiltum*** Mont., *Annales des Sciences Naturelles Botanique* 13: 356 (1840).  
**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).  
**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Palapathwala *et al.* 2019).  
**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 16.II.2016, *leg.* K.S. Cruz 232 (INPA 286254), 19.V.2016, *leg.* K.S. Cruz 265, 266 (INPA 286287, 286288). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 8.VI.2017, *leg.* K.S. Cruz 299 (INPA 286322). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 440 (INPA 286467); 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 428 (INPA 286455). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 358, 359 (INPA 286382, 286383). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 643 (INPA 286597).
- 27. *Hypoxylon investiens*** (Schwein.) M.A. Curtis, *North Carolina Geological and Natural History Survey Papers* 3: 140 (1867).  
**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).  
**Distribuição:** América do Norte, Sul e Ásia (Ju & Rogers 1996; Fournier & Lechat 2016; Sir *et al.* 2016).  
**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 3.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 401 (INPA 2864); 5.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 422 (INPA 286448). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 702 (INPA 286659).
- 28. *Hypoxylon lenormandii*** Berk. & M.A. Curtis, *Journal of the Linnean Society. Botany* 10: 385 (1869).  
**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).  
**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Sir *et al.* 2016).  
**Espécimes examinados:** Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 695a (INPA 286648); *leg.* K.S. Cruz 696 (INPA 286651); *leg.* K.S. Cruz 738b (INPA 286697). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 396a (INPA 286420); 6.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 417 (INPA 286443). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 1.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 642a (INPA 286594).
- 29. *Hypoxylon macrosporum*** P. Karst., *Notiser ur Sällskapetets pro Fauna et Flora Fennica Förhandlingar* 8: 211 (1866).  
**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).  
**Distribuição:** América do Norte e Europa (Ju & Rogers 1996; Mathiassen *et al.* 2011).



**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 3.III.2016, *leg.* K.S. Cruz 280 (INPA 286302). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **RFAD**, 14.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 552 (INPA 286503).

**30. *Hypoxylon perforatum*** (Schwein.) Fr., *Summa vegetabilium Scandinaviae* 2: 384 (1849).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Sir *et al.* 2019).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 25.II.2018, *leg.* K.S. Cruz 438, 439 (INPA 286465, 286466). Brasil, Roraima, Caracará, **PNV**, 12.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 372 (INPA 286396). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 645 (INPA 286599).

**31. *Hypoxylon pilgerianum*** Henn., *Beiblatt zur Hedwigia* 39: (138) (1900).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Fournier *et al.* 2016).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 8.VI.2017, *leg.* K.S. Cruz 297b (INPA 286320). Brasil, Roraima, Caracará, **PNV**, 5.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 416 (INPA 286442). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 556 (INPA 286507). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 742 (INPA 286702). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 614b (INPA 286565); 2.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 641 (INPA 286593); 3.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 673 (INPA 286626).

**32. *Hypoxylon rhombisporum*** J. Fourn. & Lechat, *Ascomycete* 7 (2): 85 (2015).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Fournier & Lechat (2015).

**Distribuição:** Guiana Francesa (Fournier & Lechat 2016).

**Espécime examinado:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 8.VI.2016, *leg.* K.S. Cruz 689a (INPA 286321).

**33. *Hypoxylon rubiginosum*** (Pers.) Fr., *Summa vegetabilium Scandinaviae* 2: 384 (1849).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** Pantropical (Ju & Rogers 1996; Fournier *et al.* 2015).

**Espécimes examinados:** Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 726 (INPA 286684); *leg.* K.S. Cruz 728 (INPA 286686); *leg.* K.S. Cruz 734 (INPA 286692). Brasil, Roraima, Caracará, **PNV**, 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 344 (INPA 286368); 4.X.2017,

*leg.* K.S. Cruz 411 (INPA 286437). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 646a (INPA 286600); 2.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 681 (INPA 286633).

**34. *Hypoxylon subgilvum*** Berk. & Broome, Journal of the Linnean Society. Botany 14: 120 (1873).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** África, América do Norte e Sul e Ásia (Ju & Rogers 1996; Vasilyeva *et al.* 2007; Cruz & Cortez 2015).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 3.III.2016, *leg.* K.S. Cruz 279 (INPA 286301). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 695b (INPA 286649); *leg.* K.S. Cruz 709 (INPA 286666); *leg.* K.S. Cruz 730 (INPA 286688). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 413 (INPA 286439); 10.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 347 (INPA 286371); 12.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 338 (INPA 286362); *leg.* K.S. Cruz 369 (INPA 286393); 13.VII.2017, *leg.* K.S. Cruz 355 (INPA 286379); *leg.* K.S. Cruz 365 (INPA 286389); *leg.* K.S. Cruz 370 (INPA 286394); *leg.* K.S. Cruz 373 (INPA 286397); 3.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 415 (INPA 286441); 4.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 419 (INPA 286445); 5.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 400 (INPA 286426).

**35. *Hypoxylon subrutilum*** Starbäck, Bihang til Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 27 (9): 10 (1901).

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo) e Ju & Rogers (1996).

**Distribuição:** África, América do Sul e Europa (Ju & Rogers 1996; Stadler *et al.* 2008; Cruz & Cortez 2015).

**Espécime examinado:** Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 31.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 689a (INPA 286640).

**36. *Hypoxylon* sp.1**

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo).

**Distribuição:** localidade tipo Caracarái/ Roraima.

**Espécime examinado:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 3.X.2017, *leg.* K.S. Cruz 405 (INPA 286431).

**37. *Hypoxylon* sp.2**

**Descrição:** Cruz *et al.* (2021 no prelo).

**Distribuição:** localidade tipo Caracarái/ Roraima.

**Espécimes examinados:** Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 3.X.2017, leg. K.S. Cruz 424a (INPA 286450), 4.X.2017, leg. K.S. Cruz 392 (INPA 286416), 6.X.2017, leg. K.S. Cruz 418 (INPA 286444).

**38. *Hypomontagnella monticulosa*** (Mont.) Sir, L. Wendt & C. Lamb., in Lambert, Wendt, Hladki, Stadler & Sir, Mycol. Progr. 18(1-2): 190 (2018) [2019].

**Descrição:** Ju & Rogers (1996) e Lambert *et al.* (2019), mencionado como *Hypoxylon monticulosum*.

**Distribuição:** América do Norte e Sul e Ásia (Ju & Rogers 1996; Lambert *et al.* 2019).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 3.III.2016, leg. K.S. Cruz 304 (INPA 286327); 4.III.2016, leg. K.S. Cruz 278 (INPA 286300); 2.VI.2016, leg. K.S. Cruz 305 (INPA 286328); 7.VI.2016, leg. K.S. Cruz 301 (INPA 286324); 8.VI.2016, leg. K.S. Cruz 302 (INPA 286325); leg. K.S. Cruz 303 (INPA 286326); leg. K.S. Cruz 306 (INPA 286329). Brasil, Roraima, Caracarái, Parque Nacional do Viruá, 3.X.2016, leg. K.S. Cruz 307 (INPA 286330). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 7.VI.2016, leg. K.S. Cruz 308 (INPA 286331); 8.VI.2016, leg. K.S. Cruz 309 (INPA 286332). Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 19.VI.2016, leg. K.S. Cruz 264 (INPA 286286).

**Nota:** De acordo com Ju & Rogers (1996), *Hypomontagnella monticulosa* é semelhante a *H. submonticulosa*. Diferem quanto à coloração dos ascósporos, marrom-escuros vs. marrons e o tipo de fenda germinativa, sigmoide vs. reta. Esses autores relatam que *H. monticulosa* é comumente encontrada nos trópicos e subtropicais, enquanto *H. submonticulosa* ocorre em clima temperado. Essa espécie foi registrada em todas as áreas de coleta e já foi relatada no Sul do Brasil. Esse é o primeiro registro para a região Norte do Brasil.

**39. *Hypomontagnella rubigineoareolata*** (Rehm.) Sir, L. Wendt & C. Lamb., in Lambert, Wendt, Hladki, Stadler & Sir, Mycol. Progr. 18(1-2): 198 (2018) [2019].

**Descrição:** Ju & Rogers (1996) e Lambert *et al.* (2019), mencionado como *Hypoxylon rubigineoareolatum*.

**Distribuição:** Brasil (Ju & Rogers 1996; Lambert *et al.* 2019).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 19.V.2016, leg. K.S. Cruz 264 (INPA 286286). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 7.VI.2016, leg. K.S. Cruz 309 (INPA 286332); 8.VI.2016, leg. K.S. Cruz 308 (INPA 286331).

**Nota:** De acordo com Ju & Rogers (1996), *Hypomontagnella rubigineoareolata* é semelhante à *H. monticulosa* quanto à forma do estroma efuso-pulvinado e aparentemente sem pigmento

em KOH 10%. Difere apenas quanto ao tamanho dos ascósporos de  $11-16 \times 5,5-6,5 \mu\text{m}$  vs.  $7-11 \times 3,5-4,5 \mu\text{m}$  e o tipo de fenda, reta vs. sigmoide.

**40. *Phylacia bomba*** (Mont.) Pat., in Duss, Enum. Champ. Guadeloupe (Lons-le Saunier): 74 (1903)

**Descrição:** Denis (1957).

**Distribuição:** Cuba e Brasil (Denis 1957; Pereira 2015).

**41. *Phylacia bomba* var. *macrospora*** K.F. Rodrigues & Samuels, Mem. N. Y. bot. Gdn 49: 293 (1989).

**Descrição:** Rodrigues & Samuels (1989).

**Distribuição:** Brasil, Guiana e México (Rodrigues & Samuels 1989; Medel *et al.* 2006; Pereira 2015).

**42. *Phylacia globosa*** Lév., Ann. Sci. Nat. Bot. Ser. 3, 3: 61. (1845).

**Descrição:** Rodrigues & Samuels (1989) e Denis (1957).

**Distribuição:** América do Norte e Sul (Pereira 2015; Medel *et al.* 2006).

**43. *Phylacia poculiformis*** (Kunze) Mont., Annales des Sciences Naturelles Botanique sér. 4, 3: 135 (1855).

(Figura 4 a–c)

**Descrição:** Rodrigues & Samuels (1989) e Denis (1957).

**Distribuição:** América tropical (Medel *et al.* 2006; Pereira 2015; Lacerda *et al.* 2018).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 28.IV.2016, leg. K.S. Cruz 252 (INPA 286274); 27.IV.2016, leg. K.S. Cruz 253 (INPA 286275); leg. K.S. Cruz 254 (INPA 286276); 19.V.2016, leg. K.S. Cruz 268 (INPA 286290). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 2.III.2016, leg. K.S. Cruz 281 (INPA 286303); leg. K.S. Cruz 282 (INPA 286304); 3.III.2016, leg. K.S. Cruz 283 (INPA 286305); 7.VI.2016, leg. K.S. Cruz 316 (INPA 286341); 8.VI.2016, leg. K.S. Cruz 314 (INPA 286339); leg. K.S. Cruz 315 (INPA 286340). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, leg. K.S. Cruz 747 (INPA 286707); 25.II.2018, leg. K.S. Cruz 457 (INPA 286483); leg. K.S. Cruz 748 (INPA 286708); 14.VII.2018, leg. K.S. Cruz 540 (INPA 286490); 4.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 697 (INPA 286652); leg. K.S. Cruz 731 (INPA 286689). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 13.VII.2017, leg. K.S. Cruz 744 (INPA 286704); leg. K.S. Cruz 745 (INPA 286705). Brasil, Acre, Rio Branco, **PZ**, 2.VIII.2018, leg. K.S. Cruz 656 (INPA

286611). Brasil, Acre, Senador Guiomard, **FEC**, 4.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 697 (INPA 286652); *leg.* K.S. Cruz 723 (INPA 286680); *leg.* K.S. Cruz 731 (INPA 286689);

**Nota:** De acordo com Dennis (1957), *Phylacia poculiformis* difere de *P. turbinata* (Berk.) por apresentar o estroma de forma oval com o ápice arredondado menor que 1 cm vs. estroma turbinado com ápice plano a achatado maior que 1 cm, e ascósporos um pouco maiores  $10\text{--}15 \times 5,5\text{--}7,5 \mu\text{m}$  vs.  $11\text{--}13 \times 5\text{--}6 \mu\text{m}$ . Rodrigues & Samuels (1989) descrevem os ascósporos de *P. poculiformis* com tamanhos de  $11\text{--}13,3 \times 5,7\text{--}7,7 \mu\text{m}$ , o que sobrepõe a *P. turbinata*. Logo, a discriminação do estroma é mais evidente na diferenciação das dessas espécies. Esses autores examinaram espécimes do Amazonas/Brasil. Os espécimes examinados nesse estudo apresentam



**Figura 4 :** *Phylacia poculiformis*. a, superfície do estroma; b, peritécio (seta); c, ascósporos. Barra de escala. a= 10 mm; b= 5 mm; c= 10  $\mu\text{m}$ .

**44. *Phylacia surinamensis* (Berk.) Dennis, Kew Bull. [12] (2): 325 (1957)**

(Figura 5 a–d)

**Descrição:** Rodrigues & Samuels (1989) e Denis (1957).

**Distribuição:** América tropical (Pereira 2015; Lacerda *et al.* 2018; Medel *et al.* 2006).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 16.II.2016, *leg.* K.S. Cruz 239 (INPA 286261); *leg.* K.S. Cruz 276 (INPA 286298). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 15.VII.2018, *leg.* K.S. Cruz 573 (INPA 286526).



**Figura 5:** *Phylacia surinamensis*. a, superfície do estroma jovem; b, superfície do estroma maduro; c, peritécio (seta); d, ascósporos. Barra de escala. a, b, c= 5 mm; d= 10  $\mu$ m.

45. *Phylacia turbinata* (Berk.) Dennis, Kew Bull. [12] (2): 323 (1957).

**Descrição:** Denis (1957).

**Distribuição:** Brasil, México e Paraguai (Denis 1957; Pereira 2015; Medel *et al.* 2006).

46. *Pyrenopolyporus hunteri* Lloyd, Mycol. Writ. 5 (Letter 49): 705 (1917).

(Figura 6 a–e)

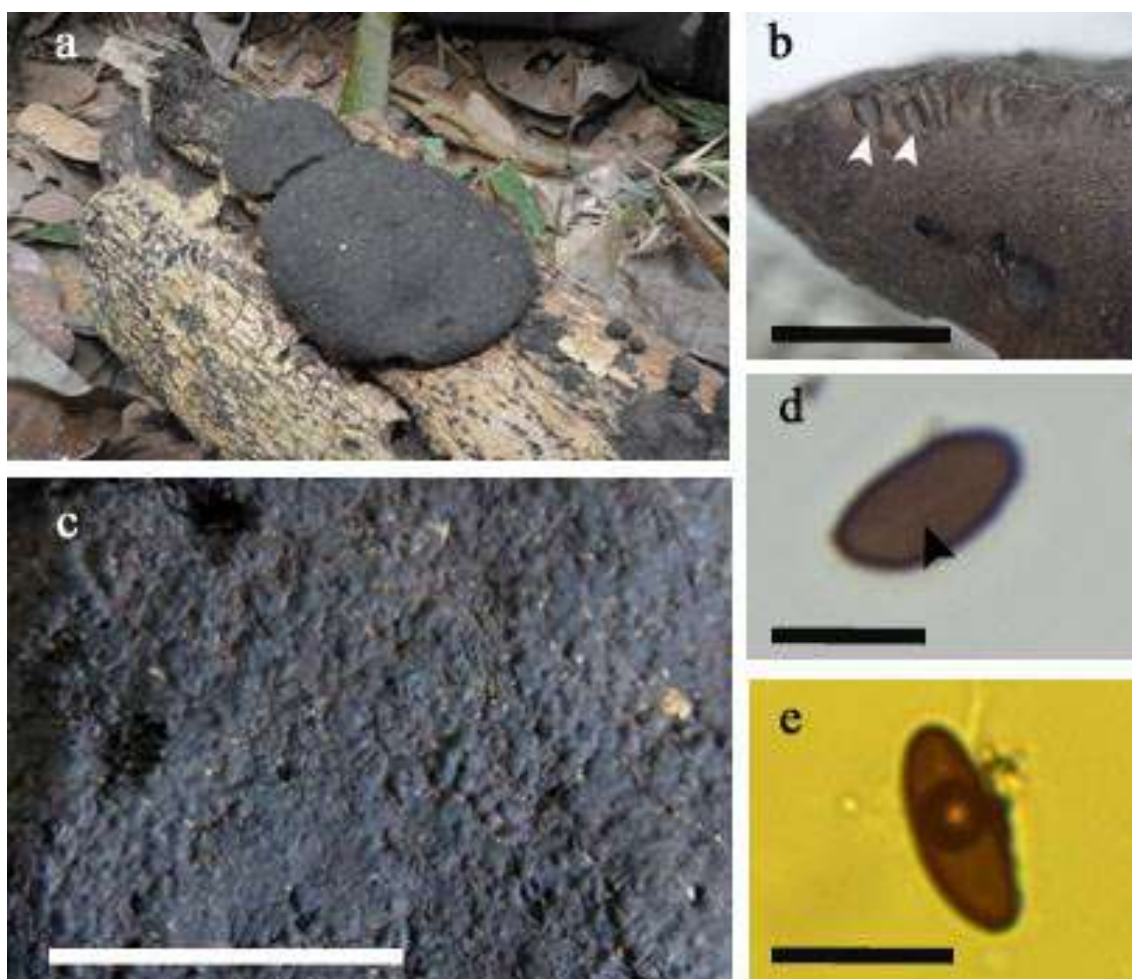
**Descrição:** Ju & Rogers (1996), mencionado como *Hypoxyylon polyporus*.

**Distribuição:** Pantropical (Wendt *et al.* 2018).

**Espécimes examinados:** Brasil, Acre, Senador Guiomard, FEC, 4.VIII.2018, *leg.* K.S. Cruz 712 (INPA 286669), *leg.* K.S. Cruz 733 (INPA 286691).

**Nota:** *Pyrenopolyporus hunteri*





**Figura 6:** *Pyrenopolyporus hunteri*. a, superfície do estroma; b, peritécio (setas); c, detalhes da vista do estroma; d, ascósporos mostrando fenda germinativa (seta); e, ascósporos. Barra de escala. b= 5 mm; c= 10 mm; d, e= 10 µm.

47. *Rhopalostroma sphaerocephalum* (Petch) D. Hawksw., Kew Bull. 31(3): 428 (1977)

**Descrição:** Hawksworth (1977).

**Distribuição:** Sri Lanka e Brasil (Hawksworth 1977; Silveira & Rodrigues 1985).

48. *Thamnomycetes aff. chordalis* Fr., Linnaea 5: 534 (1830).

(Figura 7 a–e)

**Descrição:** Samuel & Muller (1979) e Stadler *et al.* (2010).

**Distribuição:** América tropical (Samuel & Muller 1979; Stadler *et al.* 2010).

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 5.II.2016, leg. K.S. Cruz 240 (INPA 286262); leg. K.S. Cruz 241 (INPA 286263); leg. K.S. Cruz 243 (INPA 286265), 16.II.2016, leg. K.S. Cruz 242 (INPA 286264); leg. K.S. Cruz 244 (INPA 286266), 5.V.2016, leg. K.S. Cruz 269 (INPA 286291); leg. K.S. Cruz 273 (INPA 286295), 23.V.2016, leg. K.S. Cruz 270 (INPA 286292). Brasil, Amazonas, Manaus, **ZFII**, 3.III.2016, leg. K.S. Cruz 287 (INPA 286309); 4.III.2016, leg. K.S. Cruz 285 (INPA 286263); leg. K.S. Cruz 286 (INPA 286308); 8.VI.2016, leg. K.S. Cruz 318 (INPA 286343). Brasil, Roraima, Caracarái, **PNV**, 13.VII.2017, leg. K.S. Cruz 376 (INPA 286400); leg. K.S. Cruz 377 (INPA 286401); leg. K.S. Cruz 378 (INPA 286402). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 25.II.2018, leg. K.S. Cruz 446 (INPA 286473); leg. K.S. Cruz 447 (INPA 286474); leg. K.S. Cruz 448 (INPA 286475); leg. K.S. Cruz 449 (INPA 286476); leg. K.S. Cruz 451 (INPA 286478); leg. K.S. Cruz 452 (INPA 286479); leg. K.S. Cruz 453 (INPA 286480); leg. K.S. Cruz 454 (INPA 286481).



**Figura 7:** *Thamnomycetes chordalis*. a, estroma; b, detalhes da superfície do estroma; c, ascósporos; d, pigmento estromático; e, detalhes do peritécio. Barra de escala. b= 10 mm; c= 10  $\mu$ m; e= 2 mm.



**Nota:** *Thamnomycetes chordalis* é bem semelhante a *Thamnomycetes rostratus*. Ambos possuem estroma filiforme com pigmento lilás, peritécios dispostos ao longo do filamento e, ostíolo alongado. De acordo com Dennis (1957) *T. rostratus* apresenta ascósporos elípticos-cilíndricos e marrom-oliváceos, porém não descreve *T. chordalis*. Samuels e Müller (1979) descrevem *T. chordalis* com ascósporos marrom-escuros, reniformes de (6,6–) 8,5–10,5 (11,4) × 3,8–4,8 (–5,4) μm. Stadler et al. (2010) descrevem *T. chordalis* sendo uma espécie complexa, pois apresenta ascósporos tanto reniformes quanto elípticos-cilíndricos. Sendo assim, é difícil afirmar os espécimes aqui como *T. rostratus* ou *T. chordalis*. Preferimos deixar a *Thamnomycetes* aff. *chordalis* por ser uma espécie complexa.

**49. *Thamnomycetes dendroidea*** Cooke & Masee [as 'dendroidea'], Grevillea 16 (no. 79): 69 (1888)

**Descrição:** Denis (1957)

**Distribuição:** América do Sul (Denis 1957; Stadler et al. 2010).

**50. *Thamnomycetes fuciformis*** Berk. Hooker's J. Bot. Kew Gard. Misc. 8: 280 (1856)

**Descrição:** Denis (1957).

**Distribuição:** América do Sul (Denis 1957; Stadler et al. 2010).

**51. *Thamnomycetes rostratus*** Mont. Annales des Sciences Naturelles Botanique 13: 339 (1840)

**Descrição:** Denis (1957).

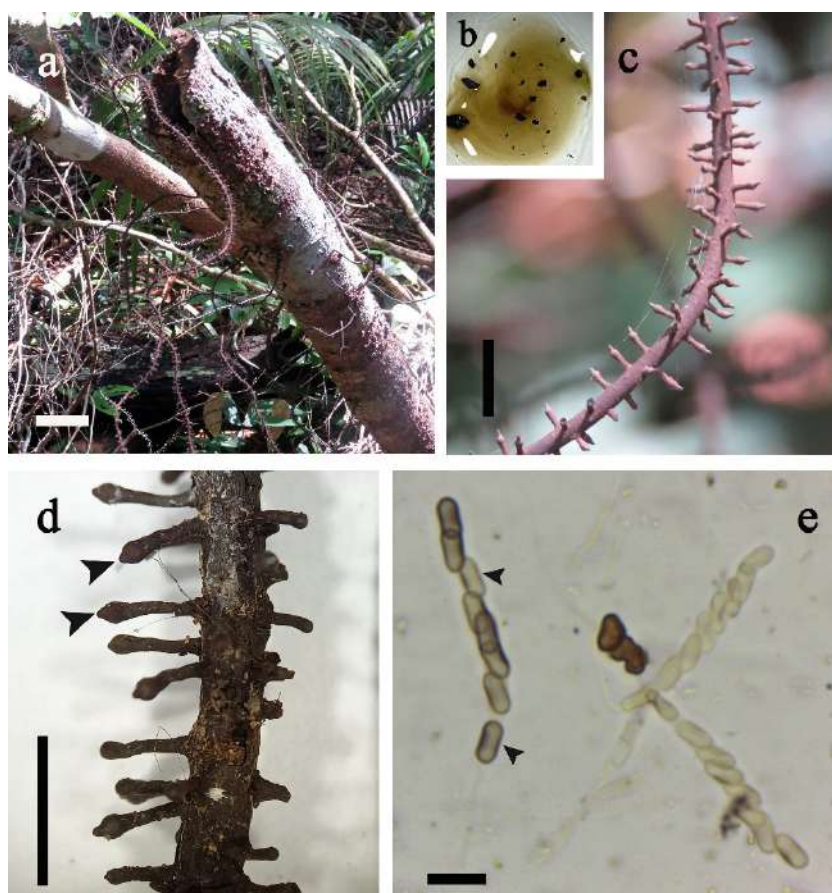
**Distribuição:** América do Sul (Denis 1957; Stadler et al. 2010).

**52. *Thamnomycetes* sp.**

(Figura 8 a–e)

**Espécimes examinados:** Brasil, Amazonas, Manaus, **MUSA**, 3.III.2016, leg. K.S. Cruz 284 (INPA 286306); 8.VI.2016, leg. K.S. Cruz 317 (INPA 286342). Brasil, Amazonas, Manaus, **RFAD**, 24.II.2018, leg. K.S. Cruz 450 (INPA 286507).

**Nota:** *Thamnomycetes* sp. 1 apresenta pigmento verde em KOH 10%, peritécios estipitados ao longo do filamento, ascósporos marrom-claros, cilíndricos de 5,3–7,2 × 2,5–3,7 μm (N=29; Me=6,3 × 3,2 μm), fenda germinativa levemente retilínea menor do que o comprimento do esporo. O formato peculiar dos peritecios estipitados confere essa espécie como nova para ciência.



**Figura 8:** *Thamnomycetes* sp. 1. a, estroma; b, pigmento estromático; c, detalhes da superfície do estroma; c, detalhes dos peritécios (setas); e, ascósporos. Barra de escala. c, d= 5 mm; e= 10  $\mu$ m.

**Nota:** Ao analisar o registro de *Daldinia caldariorum* Henn. no “Specielink” com o material que Stadler *et al.* (2014) examinou do Brasil, percebemos que em ambos os registros dessa espécie ocorre somente para o Sul do Brasil e não para a região Norte do Brasil, como mencionando por Pereira (2015). Não encontramos essa espécie em nosso estudo.

### Conclusões

A região Amazônica Ocidental brasileira abriga uma diversidade de macrofungos da família Hypoxylaceae pouco conhecida, esse trabalho resultou na análise de 405 espécimes coletados na Amazônia brasileira. Assim, esse estudo ampliou a distribuição dessa família no Norte de 23 para 49 espécies conhecidas.

## Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES) pela bolsa de estudo e pelo apoio financeiro do projeto (Projeto CAPES/Pró-Amazônia, no 3255/2013). Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pelo apoio logístico concedidos a este estudo.

## Referências

- Brasil Flora G (2021) Brazilian Flora 2020 project, 393:277. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Checklist dataset. (<https://doi.org/10.15468/1mtkaw>). Acesso em 09 março 2021.
- Cedeño–Sanchez M, Wendt L, Stadler M & Mejía LC (2020) Three new species of *Hypoxylon* and new records of Xylariales from Panama. *Mycosphere* 11(1): 1457–1476.
- Cruz KS & Cortez VG (2015) *Hypoxylon* (Xylariaceae, Ascomycota) from Western Paraná, Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 38:889–901.
- Cruz KS & Cortez VG (2016) *Annulohypoxylon* (Xylariales) from western Paraná, Brasil. *Mycotaxon* 131:395–402.
- Cruz KS, Lima MC, Jesus MA, Souza AQL & Campos CS (2020) *Annulohypoxylon* (Hypoxylaceae, Ascomycota) from Amazonian-forest of Brasil, with a description of one new species. *New Zealand Journal of Botany*. Doi: 10.1080/0028825X.2020.1846570.
- Dennis RWG (1964) Further Records of Congo Xylariaceae. *Bull. Jard. Bot. État.* 34:231–241.
- Dennis RWG (1957) Outras notas sobre o tropical americano Xylariaceae. *Kew Bulletin* 12: 297–332.
- Diaz S, Sir EB, Kuhnert E & Hladki A (2018) New records of *Hypoxylon* (Ascomycota, Hypoxylaceae) for the Argentine Yungas. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales. Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat., n.s.* 20(2): 229-238.

- Fidalgo O (1968) Introdução a história da micologia brasileira. *Rickia*, São Paulo 3: 1–44p.
- Fidalgo O (1970) Adições a história da micologia brasileira I. A coleta mais antiga. *Rickia* 5:1–3.
- Fournier J, Lechat C & Courtecuisse R (2016) The genus *Hypoxylon* (Xylariaceae) in Guadeloupe and Martinique (French West Indies). *Ascomycete.org* 7:145–212.
- Hai-xia MA, Vasilyeva L & Li Y (2012) Two new species of *Hypoxylon* from China. *Sydowia* 64: 103–108.
- Hawksworth DL (1977) *Rhopalostroma*, a New Genus in the Xylariaceae s.l. Source: *Kew Bulletin* 31(3): 421–431.
- IBGE (2019) *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000*. 2da ed. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 164 p.
- Index. Fungorum-Authors of Fungal Names (2021) Index, Fungorum-Authors of Fungal Names, ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)). Acesso 10 Março 2021.
- Ju M & Rogers JD (1996) A revision of the genus *Hypoxylon*. *Mycologia Memoirs* 20: 1-365.
- Medel R, Rogers JD & Guzm G (2006) *Phylacia mexicana* sp. nov. and consideration of other species with emphasis on Mexico. *Mycotaxon* 97: 279–290.
- Karwehl S & Stadler M (2016) Exploitation of Fungal Biodiversity for Discovery of Novel Antibiotics. *Curr Top Microbiol Immunol* 398: 303–338.
- Kuhnert E, Sir EB, Lambert C, Hyde KD, Hladki AI, Romero AI, Rohde M & Stadler M (2017) Phylogenetic and chemotaxonomic resolution of the genus *Annulohypoxylon* (Xylariaceae) including four new species. *Fungal Diversity* 85: 1–43.
- Lambert C, Wendt L, Hladki AI, Stadler M & Sir EB (2019) *Hypomontagnella* (Hypoxylaceae): a new genus segregated from *Hypoxylon* by a polyphasic taxonomic approach. *Mycol Progress* 18: 187–201.
- Lacerda LT, Bezerra JL & Pereira J (2018) *Phylacia cylindrica* sp. nov. from Brasil. *Mycotaxon*, 133: 243–247.

- Lee YS & Whalley AJS (2000) The genus *Hypoxylon*, Wood Decay Fungi I. Teleomorph of Hypoxylon Section., Mycobiology 28(1): 5–10.
- Möller A (1901) Phycomyceten und Ascomyceten. Untersuchungen aus Brasilien. Botanische Mitteilungen aus den Tropen 9:1–319.
- Palapathwala PLES, Daranagama DA, Abeywickrama K & Kannangara BTSDP (2019) Two new records of *Hypoxylon hypomiltum* and *Hypomontagnella monticulosa* from Pilikuththuwa lowland wet zone forest, Sri Lanka. Studies in Fungi 4(1): 142–152.
- Pereira J, Bezerra JL & Maia L (2008a) Revision of taxa of the URM Herbarium 2. *Hypoxylon* species described by A.C. Batista. Mycotaxon 104: 405–408.
- Pereira J, Bezerra JL & Maia LC (2008b) *Kretzschmaria albogrisea* sp. nov. and *K. curvirima* from Brasil. Mycotaxon 106: 237–241.
- Pereira J, Rogers JD & Bezerra JL. (2009) New *Xylariaceae* taxa from Brasil. *Sydowia* 61: 321–325.
- Pereira J, Rogers JD & Bezerra JL (2010) New *Annulohypoxylon* species from Brasil. *Mycologia* 102: 248–252.
- Poroca DJM (1986) Revisão histórica das xylariaceae do Brasil. Boletín Micológico 3:1.
- Rayner RW (1970) A mycological colour chart. Kew: Commonwealth Mycological Institute.
- Rodrigues KF & Samuels GJ (1989) Studies in the Phylacia (*Xylariaceae*), Memoirs of the New York Botanical Garden 49: 290–297.
- Roger JD (2000) Thoughts and musings on tropical *Xylariaceae*. *Mycol. Res.* 104(12): 1412–1420.
- Samuels GJ & Muller E (1979) Life-history studies of Brazilian Ascomycetes. 2. A new species of *Thaxteriella* and its helicosporous anamorph. *Sydowia* 32: 277–292.
- Stadler M (2011) Importance of secondary metabolites in the *Xylariaceae* as parameters for assessment of their taxonomy, phylogeny, and functional biodiversity. *Current Research in Environmental e Applied Mycology* 1:75–133.

- Stadler M, Fournier J, Læssøe T, Chlebicki A, Lechat C & Peršoh D (2010) Chemotaxonomic and phylogenetic studies of *Thamnomycetes* (Xylariaceae), *Mycoscience* 51: 189–207.
- Stadler M, Læssøe T, Fournier J, Decock C, Schmieschek B, Tichy HV & Peršoh D (2014) A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (Xylariaceae). *Stud Mycol* 77:1–143.
- Sir EB, Kuhnert E, Lambert C, Hladki AI, Romero AI & Stadler M (2016) New species and reports of *Hypoxylon* from Argentina recognized by a polyphasic approach. *Mycol Progress* 15:42.
- Silveira VD & Rodrigues KF (1985) Levantamento Preliminar de Xylariaceae da Amazônia. *Acta Amazonica* 15:1–2.
- SUDAM. (2017) Legislação da Amazônia. Disponível: ([www.gov.br/sudam/pt-br/aceso-a-informacoes/institucional/legislacao-da-amazonia](http://www.gov.br/sudam/pt-br/aceso-a-informacoes/institucional/legislacao-da-amazonia)). Acesso em 09 março 2021.
- Ritter CD, Zizka A, Barnes C, Nilsson RH, Roger F & Antonelli A (2018) Locality or habitat? Exploring predictors of biodiversity in Amazonia. *Ecography* 42: 321333.
- Rodrigues DJ, Noronha JC & Vindica VF (2015) Biodiversidade do Parque Estadual Cristalino. In: Drechsler-Santos ER, Salvador-Montoya CA, Alves-Silva G, Fernandes M, Reck M, Palacio M, Nunes P, Elias S, Batistella DA, Smiderle EC, et al. editor. *Macrofungos: Aspecto Preliminares Sobre a Diversidade de Basidiomycota*. Belo Horizonte, BR: Áttema Editorial; p. 57–67.
- Van Der Gucht K (1995) Illustrations and descriptions of Xylariaceous Fungi collected in Papua New Guinea. *Bull. Nat. Plantentuin Belg* 64: 219–403.
- Vasilyeva LN, Stephenson SL, Hyde KD & Bahkali AH (2012) Alguns fungos pirenomicetos estromáticos do norte da Tailândia - *Biscogniauxia*, *Camillea* e *Hypoxylon* (Xylariaceae). *Fungal Diversity* 55: 65–76.
- Whalley AJS, Hywel-Jones NL, Gareth JEB & Whalley MA (1995) A preliminary account of the genera *Biscogniauxia* and *Hypoxylon* in the Chanthaburi and Chon Buri Provinces of South East Thailand. *Sydowia* 47(1): 70–81.

- Wendt L, Sir EB, Kuhnert E, Heitkämper S *et al.* (2018). Resurrection and emendation of the Hypoxylaceae, recognised from a multigene phylogeny of the Xylariales. *Mycological Progress* 17: 115–154.
- Wijayawardene NN, Hyde KD, Al-Ani LKT, Tedersoo L, Haelewaters D, Rajeshkumar KC, Zhao RL, Aptroot A, Leontyev DV, Saxena RK, et al. (2020) Outline of Fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere* 11(1): 1160–1456.
- Yuyama KT, Pereira J, Maki CS & Ishikawa NK (2013) *Daldinia eschholtzii* (Ascomycota, Xylariaceae) isolated from the Brazilian Amazon: taxonomic features and mycelial growth conditions. *Acta Amazonica* 43:1–8.

O manuscrito será submetido para avaliação à revista Acta Amazônica: ver normas em [https://acta.inpa.gov.br/guia\\_ingles.php](https://acta.inpa.gov.br/guia_ingles.php)

**Avaliação da atividade antimicrobiana e antiplasmódica *in vitro* dos extratos de espécies Hypoxylaceae (Ascomycota, Xylariales), isoladas da Floresta Amazônica Ocidental Brasileira.**

Kely da Silva Cruz<sup>1,2,\*</sup>, Maria Aparecida de Jesus<sup>2</sup>, Antônia Queiroz Lima de Souza<sup>1,3</sup>, Ceci Sales-Campos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Avenida Carvalho Leal, 1777, Cachoeirinha, 69065-170, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Tecnologia e Inovação. Avenida André Araújo, 2.936, Petrópolis 69011970, Manaus, Amazonas, Brasil.*

<sup>3</sup>*Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Faculdade de Ciências Agrárias, Avenida. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, 69067-005, Coroado I, Manaus, Amazonas, Brasil.*

\*cruzsk@outlook.com



## RESUMO

A família Hypoxylaceae compreende 19 gêneros e cerca de 400 espécies, das quais são pouco conhecidas na Amazônia. Ao longo dos anos, tem sido ampliado o conhecimento de compostos bioativos que as espécies dessa família apresentam, com atividades antimicrobiana, antifúngica, citotóxica, inseticida dentre outras. Assim esse estudo teve como objetivo isolar espécies de Hypoxylaceae na Amazônia para avaliar atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* (S 007), *Escherichia coli* (E 004), *Pseudomonas aeruginosa* (P 004), *Enterococcus faecalis* (E 002), *Candida albicans* (CC 001), *Candida tropicalis* (CC 002) e atividade antiplasmódica contra *Plasmodium falciparum*. Foram obtidas sete culturas puras: *Hypoxylon subgilvum* (CMINPA 1914); *Annulohypoxylon nitens* (CMINPA 1917); *Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918); *Annulohypoxylon stygium* (CMINPA 1921); *Daldinia* sp. (CMINPA 1922); *Hypoxylon pilgerianum* (CMINPA 1939) e *Hypoxylon* sp.1 (CMINPA 1945). Das quais, resultaram em 14 extratos fúngicos provenientes do micélio e do caldo fermentado. As sete cepas avaliadas foram promissoras na avaliação da atividade antimicrobiana. Porém, nenhuma dos extratos apresentaram atividade bactericida contra as bactérias Gram-negativas (*E. coli* e *P. aeruginosa*) e Gram-positiva (*S. aureus*). Para o estudo antiplasmódico o ensaio preliminar demonstrou que nenhum dos extratos fúngicos inibiu o *Plasmodium falciparum*, com porcentagem de inibição ficou abaixo de 7%. A avaliação da atividade antimicrobiana e antiplasmódica dos extratos fúngicos isolados na Amazônia são promissoras no potencial antimicrobiano das espécies de Hypoxylaceae.

**PALAVRAS-CHAVES:** ascomycetes, fungo, concentração inibitória mínima.

## INTRODUÇÃO

A Amazônia é o maior bioma brasileiro, caracterizado pela Floresta Amazônica e conhecida mundialmente em virtude de sua alta biodiversidade de organismos (Boubli e Hrbek 2012). Em relação aos fungos, principalmente da família Hypoxylaceae (Ascomycota), sua biodiversidade e potencial biotecnológico ainda são poucos conhecidos (Cruz *et al.* 2019). Os fungos hypoxylaceos são caracterizados pelo ascoma peritecial e liberam pigmentos estromáticos com valor quimiotaxonômico e com potencial biotecnológico, cujos compostos bioativos podem ser obtidos do ascoma ou da cultura micelial (Karwehl e Stadler 2016). A família Hypoxylaceae vem se destacando na descoberta de novos produtos naturais, pois apresenta atividade antimicrobiana, antifúngica, citotóxica, inseticida, dentre outras (Schlingmann *et al.* 2002; Bills *et al.* 2012; Kuhnert *et al.* 2014; Ulloa-Benítez *et al.* 2016; Pourmoghaddam *et al.* 2020).

Nesse contexto, o presente trabalho visa avaliar as atividades antimicrobiana e antiplasmódica de extratos de fungos da família Hypoxylaceae isolados na Amazônia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material fúngico

Os fungos da família Hypoxylaceae foram coletadas no Museu da Amazônia (MUSA) (3°0'27.00"S, 59°56'22.92") em Manaus-AM e no Parque Nacional do Viruá (PNV) (1°30'36"N, 60°42'59"O) em Caracaraí-RR. Os fungos foram previamente identificados através de taxonomia clássica. Para o isolamento, fragmentos do ascoma foram cultivados em placas de Petri nos meios ágar malte (extrato de malte-ágar), aveia (aveia-ágar) e BDA (batata-dextrose-ágar) e, incubados a 27 °C durante 10 a 15 dias. Após o crescimento micelial, foi realizada a identificação do anamorfo com base em Ju e Rogers (1996). As culturas foram preservadas em triplicatas em baixa temperatura, Castellani, sílica e óleo mineral e depositadas na Coleção de Culturas de Microrganismos de Interesse Agrossilvicultural/INPA.

### Preparo dos extratos fúngicos

Após a obtenção das culturas puras, foram retirados cinco discos do meio de cultura BDA com 6 x 6 mm para fermentação em 100 mL de BDL (batata-dextrose-extrato de levedura, pH 5,0) em frascos Erlenmeyer de 250 mL a 28 °C, 120 r.p.m, por oito dias. Decorrido este tempo, os conteúdos dos frascos de fermentação foram filtrados a vácuo, para a separação do micélio (M) e do caldo fermentado (C). Posteriormente, ao caldo fermentado foi adicionado 150 mL de acetato de etila (P.A) e isopropanol (P.A) (9:1 v/v). Para a extração dos compostos

dos micélios foram adicionados 100 mL de acetato de etila e metanol (P.A) (1:1 v/v) (Souza *et al.* 2004).

Os extratos fúngicos brutos contendo os metabólitos (intra e extracelulares) foram concentrados por evaporador rotativo, seguida de secagem em concentrador de amostras com pressão de ar a 40 °C. Após a secagem foram acondicionados em Eppendorfs e armazenados em geladeira a 8 °C, até a realização dos ensaios.

## **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA**

### **Microrganismos**

Os microrganismos testados foram: *Staphylococcus aureus* (S 007), *Escherichia coli* (E 004), *Pseudomonas aeruginosa* (P 004), *Enterococcus faecalis* (E 002), *Candida albicans* (CC 001), *Candida tropicalis* (CC 002) provenientes da coleção Cefar Diagnóstica (CCCD), cedidas pelo Laboratório de Bioensaios e Microrganismos da Amazônia. As bactérias foram reativadas em meio Mueller Hinton (MH) ágar (HIMEDIA®) e as leveduras em meio Sabouraud (SB) ágar (HIMEDIA®), e mantidas a  $36 \pm 1$  °C por 24 h e 48 h, respectivamente. Após reativação dos patógenos, uma colônia isolada foi transferida para um tubo de ensaio contendo 5 mL de caldo Brain Heart Infusion (BHI) para bactérias, e caldo SB para levedura, ambos posteriormente incubados a  $36 \pm 1$  °C por 24 h. A concentração de células foi ajustada ao padrão de 0,5 da escala de Mc Farland e foram diluídas 1:100 para obtenção final de células  $2,5 \times 10^3$  UFC/mL para leveduras (CLSI, 2002) e para as bactérias, foi diluído 1:10 para obter uma concentração final de  $5 \times 10^5$  UFC/mL (CLSI, 2003).

### **Determinação da atividade antimicrobiana**

Inicialmente, foi realizado um *screening* contra os microrganismos anteriormente mencionados. Os extratos fúngicos brutos promissores foram selecionados para o teste de diluições sucessivas para determinação da concentração inibitória mínima (CIM) para cada um dos patógenos conforme documento (CLSI 2003).

Os extratos fúngicos brutos foram solubilizados em dimetilsulfoxido (DMSO) 10 % na concentração de 2 mg/mL (solução mãe). Os ensaios foram realizados em microplaca de 96 poços, em triplicada. Primeiramente, foi adicionado 100 µL do meio de cultura na concentração dobrada em toda microplaca, em seguida foi adicionado 100 µL da solução mãe da amostra (2 mg/mL) seguindo-se uma diluição seriada a partir da concentração inicial de 1 mg/mL até 0,0078125 mg/mL. Posteriormente, foi adicionado 10 µL da suspensão de células do patógeno testado em toda microplaca. Como controle negativo usou-se o meio de cultura. O controle positivo foi realizado substituindo as amostras por antibióticos na concentração da solução mãe

de 2 mg/mL, sendo administrado tetraciclina para *E. coli* e *P. aeruginosa*, ampicilina para *S. aureus* e *E. faecalis*, e nistatina para *C. albicans* e *C. tropicalis*. O experimento foi incubado a 36 °C por 24 h. Em seguida, adicionou-se 10 µL dos reveladores a 1% para leveduras [bactérias [TTC (2,3,5-cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazólio) e NBT (nitroazul de tetrazólio)]. Havendo crescimento microbiano, os reveladores mudam a coloração dos poços dentro de 30 min. a mesma temperatura de cultivo, aproximadamente. Como contraprova, plaqueou-se 10 µL da amostra em meio sólido para verificação do crescimento microbiano ou ausência.

## **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIPLASMÓDICA**

### **Preparo das amostras**

Os extratos fúngicos brutos provenientes do caldo fermentado foram solubilizados em (DMSO) 0,5% e, avaliados em concentrações que variaram de 50 µg/mL, 25 µg/mL, 12,5 µg/mL, 6,25 µg/mL, 3,12 µg/mL, 1,56 µg/mL, 0,78 µg/mL e 0.39 µg/mL. O *Plasmodium falciparum* (FRC3) foi cultivado em meio Roswell Park Memorial Institute (RPMI) com 10% de plasma humano AB+ e eritrócitos humanos normais em atmosfera baixa de oxigênio. A suspensão de eritrócitos infectados foi incubada a 37 °C em Candle jar.

### **Avaliação da atividade antiplasmodial por Citometria de Fluxo**

Os testes antimaláricos foram realizados no Instituto de Pesquisas Leônidas e Maria Deane –ILMD (FIOCRUZ – Amazonas) junto à subunidade (RPT11H- Plataforma de Bioensaios Biotecnológicos-AM) e a leitura foi realizada por meio da subunidade (RPT08J- Citometria de fluxo-AM). Os testes para o estudo da atividade antimalárica foram realizados em placas de 96 poços de fundo chato. Para a avaliação da atividade antiplasmodica, o cultivo de *P. falciparum* foi realizado de acordo com Trager e Jenson (1976), com parasitemia final a 1% e hematócrito a 2%. Após 72 horas de incubação, as amostras foram lavadas com o tampão fosfato-salino (PBS) 1X e brometo de etídio. Ao final, as amostras foram ressuspensas em 200 µL de PBS 1X para a análise no citômetro de fluxo BD FACSCanto II (BD Biosciences, San Jose, USA), no canal FL-1 com software Getting Started with BD FACSDiva™ e FlowJo™ versão 10. O crescimento parasitário em DMSO (0,5%) foi utilizado como controle positivo, e eritrócitos não parasitados como controle negativo. A quinina foi a droga de referência testada nas mesmas concentrações das substâncias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os fungos isoladas, apenas 7 culturas puras de Hypoxylaceae foram crescidas com sucesso: *Hypoxylon subgilvum* Berk. & Broome (CMINPA 1914); *Annulohypoxylon nitens* (Ces.) Y.M.Ju et al. (CMINPA 1917); *Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918); *Annulohypoxylon stygium* (Lév.) Y.-M.Ju et al. (CMINPA 1921); *Daldinia* sp. (CMINPA 1922); *Hypoxylon pilgerianum* Henn. (CMINPA 1939); *Hypoxylon* sp.1 (CMINPA 1945). E destas, 14 extratos fúngicos provenientes do micélio (7) e do caldo fermentado (7).

As sete cepas avaliadas foram promissoras na avaliação da atividade antimicrobiana (Tabela 1). Nenhum dos extratos avaliados apresentaram atividade bactericida contra as bactérias Gram-negativas (*E. coli* e *P. aeruginosa*) e Gram-positiva (*S. aureus*) (Tabela 1). A ausência ou a fraca atividade contra essas bactérias corroboram com os resultados obtidos para outras espécies de Hypoxylaceae como: *Annulohypoxylon viridistratum* Sir & Kuhnert, *Hypoxylon rickii* Y.M. Ju & J.D. Rogers, *H. fuscum* (Pers.) Fr. e *Daldinia clavata* Henn. (Kuhnert et al. 2015; Wang et al. 2018; Basnet et al. 2019; Becker et al. 2020).

**Tabela 1:** Avaliação do potencial antimicrobiano in vitro dos extratos fúngicos de Hypoxylaceae, sobre a inibição de microrganismos patogênicos

Cepas	Extratos	Microrganismos					
		<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>C. tropicalis</i>
Concentração mínima inibitória (mg/mL)							
<i>Annulohypoxylon nitens</i> (CMINPA 1917)	M	-	-	-	0,25	0,25	-
	C	-	-	-	0,25	0,25	0,25
<i>A. stygium</i> (CMINPA 1921)	M	-	-	-	-	+	0,25
	C	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoxylon subgilvum</i> (CMINPA 1914)	M	-	-	-	0,25	-	-
	C	-	-	-	+	+	-
<i>H. pilgerianum</i> (CMINPA 1939)	M	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	+	+	0,5
<i>Hypoxylon</i> sp.2 (CMINPA 1918)	M	-	-	-	+	-	0,25
	C	-	-	-	-	-	-
<i>Daldinia</i> sp. (CMINPA 1922)	M	-	-	-	-	-	+
	C	-	-	-	-	-	0,25
<i>Hypoxylon</i> sp.1 (CMINPA 1945)	M	-	-	-	+	-	-
	C	-	-	-	-	-	-

Legenda: atividade bactericida/fungicida (concentração); atividade bacteriostática/fungistática (+); sem atividade (-). Micélio (M); caldo (C).

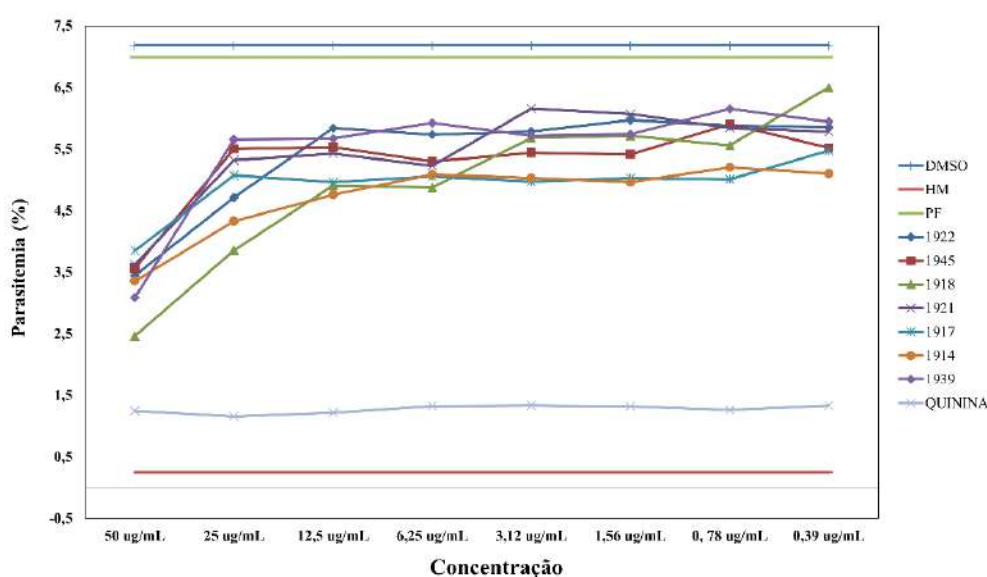
Das cepas avaliadas contra *E. faecalis*, somente *A. stygium* (CMINPA 1921) e *Daldinia* sp. (CMINPA 1922) não apresentaram atividade antimicrobiana. No entanto, em estudo recente publicado por Gu *et al.* (2020) uma espécie de *Daldinia* sp. apresentou atividade moderada contra essa bactéria. *H. subgilvum* (CMINPA 1914) e *A. nitens* (CMINPA 1917) foram as espécies mais promissoras contra *E. faecalis*. Pois, *A. nitens* (CMINPA 1917) apresentou atividade bactericida tanto para o extrato bruto do caldo fermentado, quanto para o extrato bruto do micélio, na concentração mínima de 0,25 mg/mL. No entanto, *H. subgilvum* (CMINPA 1914) apresentou atividade bactericida somente para o extrato bruto do micélio na concentração de 0,25 mg/mL, ao passo que no extrato bruto do caldo fermentado apresentou apenas atividade bacteriostática. Já *H. pilgerianum* (CMINPA 1939) apresentou atividade bacteriostática contra *E. faecalis* somente para o caldo fermentado. Enquanto, *Hypoxylon* sp.1 (CMINPA 1945) e *Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918) apresentaram atividade bacteriostática apenas para o extrato bruto do micélio (Tabela 1).

De acordo com a literatura atual, não há resultados relatados a respeito da atividade antibacteriana com espécies do gênero *Hypoxylon* ou *Annulohypoxylon* contra *E. faecalis*. No entanto, o extrato metanólico do fungo endofítico *Daldinia eschscholtzii* isolado de *Psidium guajava* apresentou alta sensibilidade contra essa bactéria (Chutulo e Chalannavar 2020).

*Annulohypoxylon nitens* (CMINPA 1917) apresentou atividade antifúngica contra *C. albicans* tanto no extrato bruto do micélio quanto no extrato bruto do caldo fermentado, na concentração mínima de 0,25 mg/mL. *H. subgilvum* (CMINPA 1914) e *H. pilgerianum* (CMINPA 1939) apresentaram atividade fungistática no extrato bruto do caldo fermentado. Enquanto, *A. stygium* (CMINPA 1921) apresentou atividade fungistática no extrato bruto do micélio (Tabela 1). O trabalho de Intaraudom *et al.* (2019) corrobora com os resultados obtidos, demonstrando ação antifúngica para o extrato de acetato de etila da espécie de *H. fendleri*, assim como, Becker *et al.* (2020) relataram atividade antifúngica no extrato acetônico de *A. viridistratum*.

*Hypoxylon* sp.2 (CMINPA 1918) e *A. stygium* (CMINPA 1921) apresentaram atividade antifúngica contra *C. tropicalis* somente nos extratos brutos do micélio, na concentração de 0,25 mg/mL. Diferentemente *A. nitens* (CMINPA 1917) e *Daldinia* sp. (1922) apresentaram atividade antifúngica somente nos extratos brutos do caldo fermentado, também na concentração de 0,25 mg/mL. Porém, para o extrato bruto do micélio *Daldinia* sp. (CMINPA 1922) apresentou atividade fungistática. *H. pilgerianum* (CMINPA 1939) exibiu atividade fungicida no extrato bruto do caldo fermentado, na concentração mínima de 0,5 mg/mL do extrato (Tabela 1).

[Não há trabalhos analisando o potencial biotecnológico de espécies de fungos da família Hypoxylaceae que corroborem com os resultados obtidos contra *C. tropicalis*. No entanto, é importante enfatizar que *C. tropicalis* está entre as espécies de *Candidas* não-*albicans* relatadas no mundo, como sendo a mais prevalentes causadora da candidemia. Adicionalmente, essa espécie vem apresentando resistência ao fluconazol, fármaco mais utilizado no combate dessa infecção (Canela *et al.* 2021; Silva *et al.* 2020; Megri *et al.* 2020). Assim, as espécies descritas acima com atividade contra *C. tropicalis* são promissoras na busca por descobertas de compostos bioativos que possam inibir esse patógeno



**Figura 1:** Ensaio antiplasmódico com os extratos fúngicos brutos de Hypoxylaceae contra o *Plasmodium falciparum*

Quanto a avaliação antiplasmódica observou-se que nenhum dos extratos fúngicos brutos de Hypoxylaceae foi capaz de inibir o *Plasmodium falciparum* (FRC3), com porcentagem de inibição abaixo de 7%. Kasettrathat *et al.* (2008), relataram atividade antiplasmódica moderada no fungo *Nodulisporum* sp. de origem marinha. Logo, os fungos são promissores na busca compostos biativos que possam ser usados como fármaco para o tratamento da malária.



## CONCLUSÕES

Nenhum dos extratos fúngicos apresentam atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* (S 007), *Escherichia coli* (E 004), *Pseudomonas aeruginosa* (P 004). Quanto à atividade antimicrobiana das espécies da família Hypoxylaceae analisadas no presente estudo, *Annulohyphoxylon nitens* (CMINPA 1917) foi a mais promissora, apresentando tanto atividades fungicida contra *Candida albicans* (CC 001) quanto bactericida contra *Enterococcus faecalis* (E 002) em ambos os extratos testados, além de atividade antifúngica contra *Cândida tropicalis* (CC 002) no extrato caldo fermentado. Nenhum dos extratos fúngicos dos isolados de Hypoxylaceae testados foi capaz de inibir o *Plasmodium falciparum* (FRC3).

O estudo ora realizado contribui para a prospecção biotecnológica dos fungos dessa família na busca de novos fármacos para o tratamento de doenças infecciosas causadas por bactérias e fungos. No entanto, novos estudos precisam ser realizados visando a purificação e identificar de moléculas bioativas presentes nas espécies estudadas, de modo a elucidar seu potencial antimicrobiano, bem como de outras atividades biológicas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES) pela bolsa de estudo e pelo apoio financeiro do projeto (Projeto CAPES/Pró-Amazônia, no 3255/2013). Ao professor Afonso Duarte Leão de Souza da Universidade Federal do Amazonas, que apoiou o projeto enviando extratos fúngicos para análise antiplasmódica na Fiocruz/Manaus. À Fundação Oswaldo Cruz - Instituto Leônidas e Maria Deane pela análise da atividade antiplasmódica.

## REFERÊNCIAS

- Basnet, B.B.; Chen, B.; Suleimen, Y.M.; Ma, K.; Guo, S.; Bao, L.; Huang, Y.; Liu, H. 2019. Cytotoxic Secondary Metabolites from the Endolichenic Fungus *Hypoxylon fuscum*. *Planta Med.* 85(13):1088-1097.
- Becker, K.; Wessel, A.C.; Luangsa-Ard, J.J.; Stadler, M. 2020. Viridistratins A-C, Antimicrobial and Cytotoxic Benzo[j]fluoranthenes from Stromata of *Annulohyphoxylon viridistratum* (Hypoxylaceae, Ascomycota). *Biomolecules*, 10(5): 805.

- Bills, G.F.; Menéndez, V.G.; Martín, J.; Platas, G.; Fournier, J.; Peršoh, D.; Stadler, M. 2012. *Hypoxyton pulvicidum* sp. nov. (Ascomycota, Xylariales), a Pantropical Insecticide-Producing Endophyte. *PLoS ONE*, 7(10): e46687.
- Boubli, J.P.; Hrbek, T. 2012. Introdução a Biodiversidade Amazônica. In: Marcon, J.L. et al. (Org.). Biodiversidade Amazônica: caracterização, ecologia e conservação. Manaus: Edua.
- Canela, H.M.S.; Cardoso, B.; Frazão, M.R.; Falcão, J.P.; Vitali, L.H.; Martinez, R.; Ferreira, M.E.S. 2021. Genetic diversity assessed using PFGE, MLP and MLST in *Candida* spp. candidemia isolates obtained from a Brazilian hospital. *Brazilian Journal of Microbiology*
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2002. Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade a Terapia Antifúngica das Leveduras; Norma Aprovada—Segunda Edição. NCCLS document M27-A2 [ISBN 1-56238-469-4]. NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 Estados Unidos.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2003. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard—Sixth Edition. NCCLS document M7-A6 (ISBN 1-56238-486-4). NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087- 1898 USA.
- Chutulo, E.C.; Chalannavar, R.K. 2020. *Daldinia eschscholtzii*: an endophytic fungus isolated from *Psidium guajava* as an alternative source of bioactive secondary metabolites. *Asian Journal of Mycology* 3(1): 376–398.
- Cruz, K.S.; Jesus, M.A.; Souza, A.Q.L.; Sales-Campos, C. 2019. Diversidade de Hypoxylaceae na Amazônia Brasileira: Situação atual e expectativa futura para o estudo da família. In: Luiz Antonio de Oliveira; Maria Aparecida de Jesus; Ani Beatriz Jackisch Matsuura; Juliana Gomes de Souza Oliveira; Luadir Gasparotto; Reginaldo Gonçalves de Lima-Neto; Liliane Coelho da Rocha. (Org.). Conhecimento, conservação e uso de fungos. 01ed. Manaus: INPA, v. 1, p. 208-2015.
- Gu, G.; Cai, G.; Wang, Y. Li, L.; Jinglin, Bai.; Zhang, T.; Cen, S.; Zhang, D.; Liyan, Y. 2021. Daldispones A and B, two new cyclopentenones from *Daldinia* sp. CICC 400770. *The Journal of Antibiotics* 74: 215–218.
- Intaraudom, C.; Punyain, W.; Bunbamrung, N.; Dramaee, A.; Boonruangprapa, T.; Pittayakhajonwut, P. 2019. Antimicrobial drimane – phthalide derivatives from *Hypoxyton fendleri* BCC32408, *Fitoterapia*, 138.

- Ju, Y.M.; Rogers, J.D. 1996. A revision of the genus *Hypoxylon*. *Mycologia Memoirs*, 20: 1–365.
- Kasetrathat, C.; Ngamrojanavanich, N.; Wiyakrutta, S.; Mahidol, C.; Ruchirawat, S.; Kittakoop, P. 2008. Cytotoxic and antiplasmodial substances from marine-derived fungi, *Nodulisporium* sp. and CRI247-01, *Phytochemistry*, 69: 2621–2626.
- Karwehl, S.; Stadler, M. 2016. Exploitation of Fungal Biodiversity for Discovery of Novel Antibiotics. In: Stadler M., Dersch P. (eds) *How to Overcome the Antibiotic Crisis*. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, v. 398.
- Kuhnert, E.; Heitkamper, S.; Fournier, J.; Surup, F.; Stadler, M. 2014. Hypoxyvermelhotins A e C, new pigments from *Hypoxylon lechatii* sp. nov. *Fungal Biology*, 118: 242–252.
- Kuhnert, E.; Surup, F.; Wiebach, V.; Bernecker, S.; Stadler, M. 2015. Botryane, noreudesmane and abietane terpenoids from the ascomycete *Hypoxylon rickii*. *Phytochemistry*, 117: 116–122.
- Megri, Y.; Arastehfar, A.; Boekhout, T.; Daneshnia, F.; Hörtnagl, C.; Sartori, B.; Ahmed Hafez, A.; Pan, W.; Lass-Flörl, C.; Hamrioui, B. 2020. *Candida tropicalis* is the most prevalent yeast species causing candidemia in *Algeria*: the urgent need for antifungal stewardship and infection control measures. *Antimicrobial Resistance and Infection Control* 9:50
- Pourmoghaddam, M.J.; 2020. Discovery of a new species of the *Hypoxylon rubiginosum* complex from Iran and antagonistic activities of *Hypoxylon* spp. against the Ash Dieback pathogen, *Hymenoscyphus fraxineus*, in dual culture. *MycKeys*, 66: 105-133.
- Schlingmann, G.; Milne, L.; Carter, G.T. 2002. Isolamento e identificação de poliésteres antifúngicos do fungo marinho *Hypoxylon oceanicum* LL-15G256. *Tetrahedron*, 58(34): 6825–6835.
- Silva, MC.; Carbone, DCB.; Diniz, PF.; Fernandes, FF.; Fuzo, CA.; Trindade, CSPC.; Chang, MR.; Cardoso, CSP.; Silva, JS. 2020. Modulation of ERG Genes Expression in Clinical Isolates of *Candida tropicalis* Susceptible and Resistant to Fluconazole and Itraconazole. *Mycopathologia*. 185:675–684.
- Souza, A.Q.L. De.; Souza, A.D.L.De.; Astolfi Filho, S.; Pinheiro, M.L.B.; Sarquis, M.I. D.M.; Pereira, J.O. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da amazônia: *Palicourea longiflora* (aubl.) rich e *Strychnos cogens* bentham. *Acta Amazonica*, v. 34, n. 2, p. 185–195, 2004.
- Ulloa-Benítez, A.; Romero, Y. M.; Fernández, R. S.; Oliveras, P.L.; Flores, G. R.; Lisci, G. D.; Suárez, T. H.; Rubalcava, ML. M. 2016. Phytotoxic and antimicrobial

activity of volatile and semi-volatile organic compounds from the endophyte *Hypoxylon anthochroum* strain Blaci isolated from *Bursera lancifolia* (Burseraceae). *Journal of Applied Microbiology*, 121 (2): 380–400.

Wang, T.; Mohr, K.I.; Stadler, M.; Dickschat, J.S. 2018. Volatiles from the tropical ascomycete *Daldinia clavata* (Hypoxylaceae, Xylariales). *Beilstein J. Org. Chem.* 14, 135–147.

## 6 CONCLUSÕES

A região amazônica ocidental brasileira abriga uma diversidade de macrofungos da família Hypoxylaceae que era pouco conhecida. Com isso, esse trabalho expandiu o número de espécies de Hypoxylaceae na região Norte de 23 para 49 e, no Brasil de 71 para 79 espécies.

*Annulohypoxylon duckei* é descrita como nova espécie e *Hypoxylon* sp.1, *Hypoxylon* sp.2 e *Thamnomycetes* sp. podem representar nova espécie.

*Hypoxylon aeruginosum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *H. macrosporum* e *H. rhombisporum* são novos registros para o Brasil. Enquanto, *A. cf. pyriforme* e *H. cf. fusoidesporum* podem representar nova citação para o país.

*Annulohypoxylon archeri*, *A. duckei*, *A. leptascum*, *A. nitens*, *A. cf. pyriforme*, *Daldinia placentiforme*, *Hypoxylon aeruginosum*, *H. anthochroum*, *H. crocopeplum*, *H. duranii*, *H. fendleri*, *H. fuscopurpureum*, *H. fuscum*, *H. cf. fusoidesporum*, *H. investiens*, *H. lenormandii*, *H. macrosporum*, *H. perforatum*, *H. pilgerianum*, *H. rhombisporum*, *H. rubiginosum*, *H. subgilvum*, *H. subrutulum*, *Hypomontagnella monticulosa*, *H. rubigineoareolata* e *Pyrenopolyporus hunteri*, são novas citações para o Norte.

A avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos fúngicos de Hypoxylaceae evidenciam o potencial biotecnológico dessa família de fungos. No entanto, novos estudos precisam ser realizados visando a purificação e identificação de moléculas bioativas presentes nas espécies estudadas, de modo a elucidar seu potencial antimicrobiano, bem como de outras atividades biológicas.

O estudo ora realizado contribuiu com as descrições, chaves de identificação e imagens das espécies estudadas, o que antes não se tinha para a região Norte. E ampliou o conhecimento da diversidade de Hypoxylaceae na Amazônia. Ademais, também contribui para a prospecção biotecnológica dos fungos dessa família.