



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Altamira



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Ruthe de Jesus Santos Dalman

FUNGOS MACROSCÓPICOS COMESTÍVEIS DO SUDOESTE DO PARÁ, BRASIL

Orientadora: Prof.^a Dra. Noemia Kazue Ishikawa
Coorientadora: Prof.^a Dra. Isadora Fernandes de
França

ALTAMIRA-PA
AGOSTO-2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE DE CONSERVAÇÃO

Ruthe de Jesus Santos Dalman

FUNGOS MACROSCÓPICOS COMESTÍVEIS DO SUDOESTE DO PARÁ, BRASIL

Orientadora: Prof.^a Dra. Noemia Kazue Ishikawa
Coorientadora: Prof.^a Dra. Isadora Fernandes de
França

Dissertação a apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA-PA
AGOSTO-2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D148f Dalman, Ruthe de Jesus Santos.
Fungos macroscópicos comestíveis do sudoeste do Pará, Brasil
/ Ruthe de Jesus Santos Dalman. — 2022.
xxi, 64 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Noemia Kazue Ishikawa
Coorientação: Prof^a. Dra. Isadora Fernandes de França
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2022.

1. Amazônia, Basidiomycota, fungos alimentícios,
aminoácidos, Schizophyllum. I. Título.

CDD 577.09811

Ruthe de Jesus Santos Dalman

FUNGOS MACROSCÓPICOS COMESTÍVEIS DO SUDOESTE DO PARÁ, BRASIL

Orientadora:

Profa. Dra. Noemia Kazue Ishikawa
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- Manaus

Coorientadora:

Profa. Dra. Isadora Fernandes de França
UFPA - Altamira

Banca Examinadora:

Dra. Helen Maria Pontes Sotão
Museu Paraense Emílio Geoldi -Belém

Dra. Moirah Paula Machado de Menezes
UFPA- Bragança

Dr. Ulisses Brigatto Albino
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – Marabá

Suplentes:

Dr. Alisson Rodrigo Souza Reis
UFPA- Altamira

Dra. Raírys Cravo Herrera
UFPA- Altamira



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

*A Deus
Ao meu esposo e meus filhos
Aos meus queridos pais
As minhas irmãs e meus irmãos
As minhas orientadoras e toda equipe de professores
Dedico!!!*

“Porque o Senhor é que dá a sabedoria: da sua boca é que sai o conhecimento e o entendimento. Ele reserva a verdadeira sabedoria para os retos: escudo é para os que caminham na sinceridade”.

Provérbios (2:6-7)

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me conceder a realização de mais um sonho.

A Universidade Federal do Pará e Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação.

A minha orientadora Dra. Noemia Kazue Ishikawa e coorientadora Dra. Isadora Fernandes de França por todo o apoio e dedicação que foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

A equipe de professores que auxiliaram em todo o trabalho: Dr. Jadson Oliveira, Dra. Tiara Cabral e Dra. Ruby Vargas-Isla.

Ao meu esposo Alenilton Dalman pela colaboração e companheirismo nas coletas e meus filhos Arthur Rayran e Aghata sophia por ser meu alicerce.

Aos meus pais Gelson e Maria, e meus irmãos Uilas, Wallace e Wilismar e irmãs Raquel, Rose e Keren por todo o incentivo e apoio.

A minha sobrinha Maria Eduarda pelo auxílio nas coletas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes pela bolsa concedida durante o período regular do curso de mestrado.

Ao Instituto Humanize, pelas bolsas de apoio emergencial, por meio do Programa Uso Sustentável.

A Fundação de Amparo a pesquisas do estado do Amazonas – FAPEAM – pelo apoio financeiro ao desenvolvimento das análises por meio do Edital Nº 007/2021 - BIODIVERSA/FAPEAM, e Edital N. 008/2021 - PROSPAM/FAPEAM.

Aos Laboratórios de Fitopatologia Agrícola e Florestal (LABFITO) da Faculdade de Ciências Agronômicas; BIOTEC; Laboratório Cogumelos da Amazônia/CENBAM/INPA; Herbário HATM da Faculdade de Ciências Biológicas (UFPA), Campus de Altamira e Herbário INPA, Campus I de Manaus.

A banca examinadora, Dra. Helen Maria Pontes Sotão, Dra. Moirah Paula Machado de Menezes e Dr. Ulisses Brigatto Albino.

Sumário

Resumo geral.....	7
1. Introdução geral.....	8
2. Objetivos gerais.....	15
3. Literatura citada.....	16
Capítulo 1 - Ocorrência de cogumelos comestíveis no Sudoeste do Pará, Brasil (Visão Acadêmica) (https://revistas.ufpr.br/academica)	20
Capítulo 2 - Perfil de aminoácidos de <i>Auricularia delicata</i> , <i>Schizophyllum commune</i> e mix de <i>Panus lecomtei</i> e <i>Panus strigellus</i> coletados em região cacaueteira do sudoeste do Pará, Brasil (<i>Scientia Amazonica</i>) (https://scientiaamazonia.org/)	33
Capítulo 3 – Três espécies de <i>Schizophyllum</i> Fr. (Agaricales, Fungi) na Amazônia do sudoeste do Pará: <i>S. leprieuri</i> , <i>S. aff. radiatum</i> e <i>S. umbrinum</i> (https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/index)	45
Conclusão geral.....	69

Resumo geral

O reino Fungi é um dos maiores e mais diversos grupos de organismos nos ambientes terrestres quanto ao número de espécies e desempenham funções essenciais para a manutenção da vida em todo o ecossistema, especialmente em ambientes florestais, onde atuam como organismos saprofíticos, sendo um dos principais decompositores da matéria orgânica. Além disso, podem ser parasitas de um grande número de plantas, muitas de importância econômica, como também fazem associações mutualísticas benéficas com plantas vasculares (micorrizas) e com algas (liquens). Para os municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia, no sudoeste do Pará, o levantamento de macrofungos é escasso, deste modo o presente estudo tem como objetivo coletar, identificar e depositar espécies de macrofungos, principalmente os comestíveis, na região do médio Xingu e contribuir para o conhecimento da diversidade local e o fortalecimento do Herbário Padre José Maria de Albuquerque (HATM). Esta dissertação está dividida em três capítulos. No primeiro capítulo foi realizado a listagem de espécies de cogumelos comestíveis encontradas em região cacauieira destes municípios. Nesta, os gêneros que apresentaram maior número de coletas foram: *Auricularia* (14 coletas), seguidos de *Lentinus* (12), *Favolus* (4) e *Panus* (4). Desta forma pode-se observar a riqueza de espécies de cogumelos que ocorrem nos municípios estudados, os quais podem vir a ser uma alternativa alimentar disponível na região, além disso, os depósitos destas exsicatas contribuirão para enriquecer a coleção de fungos do Herbário HATM da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Altamira. O segundo capítulo consiste na análise do perfil de aminoácidos das espécies *Auricularia delicata*, *Schizophyllum commune* e mix de *Panus lecomtei* e *P. strigellus*, coletados em lavouras antigas e recém formadas de cacau e matas adjacentes a estes cultivos, no sudoeste paraense. Através dos métodos AOAC 982.30 mod., AOAC 994. 12 mod. e AOAC 988.15 mod. utilizado para determinar os aminoácidos, foram encontrados 19 aminoácidos nas amostras dos cogumelos estudadas, sendo nove essenciais e dez não essenciais. Os aminoácidos essenciais que apresentaram maiores porcentagens foram a valina, seguido de leucina e lisina. Já os aminoácidos não essenciais com maiores porcentagens foram os ácidos glutâmico e aspárticos seguidos de alanina. Este estudo demonstrou que os cogumelos avaliados podem ser um alimento de grande diferencial nutricional, pois são uma fonte alternativa de aminoácidos essenciais para a dieta alimentar humana. E por fim, no terceiro capítulo são descritas as espécies de *Schizophyllum* encontrados nas mesmas áreas. Como resultados obtidos, são descritas três espécies: *Schizophyllum* aff. *radiatum*, *S. leprieurii* e *S. umbrinum*. As espécies deste grupo apresentam caracteres macro morfológicos altamente variáveis e por vezes semelhantes com sobreposição tornando difícil a separação dos táxons, como acontece com *S. commune* vs. *S. radiatum* vs. *S. aff. radiatum*. Desta forma, é necessária uma revisão taxonômica para elucidar se os nomes atribuídos para os táxons registrados incluem uma ou mais espécies crípticas. Este estudo compreende um levantamento preliminar da ocorrência de macrofungos comestíveis para a região do sudoeste paraense, pioneira para a região, sendo necessário a continuidade dos estudos para se compreender melhor a biodiversidade local.

Palavras-chave: Amazônia, Basidiomycota, fungos alimentícios, aminoácidos, *Schizophyllum*.

1. Introdução geral

O reino Fungi é um dos maiores e mais diversos grupos de organismos no ambientes terrestres em números de espécies. As estimativas atuais sobre a riqueza variam de 2,2 a 3,8 milhões de espécies possivelmente existentes (BLACKWELL, 2011; FORZZA et al., 2010; HAWKSWORTH, 1991; HAWKSWORTH & LÜCKING, 2017), embora sejam conhecidas apenas cerca de 151.444 espécies de fungos nomeados e classificados (INDEX FUNGORUM PARTNERSHIP, acesso em 15/09/2022).

Muitos destes fungos pertencem ao filo Basidiomycota, no qual atualmente no Brasil é composto por 2.979 espécies, em 27 ordens e 582 gêneros (FUNGOS IN FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2022). Este grupo de fungos apresentam morfologia bastante diversificada, mas podem ser caracterizados por possuírem estruturas especializadas denominadas basídios nos quais esporos (basidiósporos) são formados, e que podem estar armazenados em basidiomas vistosos e de tamanho destacado como na classe dos Agaricomycetes (FORZZA et. al., 2010; MOORE et al., 2011).

Alguns dos representantes deste grupo são os fungos macroscópicos degradadores de madeira, que são popularmente conhecidos como cogumelos, as orelhas de pau, além das ferrugens e os carvões, que são espécies fitoparasitas, entre outros organismos (HIBBETT et al., 2014).

Os fungos deste filo são muito importantes economicamente, possuindo várias aplicabilidades, uma destas está relacionada a comestibilidade, no qual muitas espécies são utilizadas como alimento por várias etnias há muitos séculos (VARGAS-ISLA et al., 2013). Outra importante aplicabilidade está relacionada as práticas medicinais, sendo utilizados para combate de várias doenças, visto que estes organismos produzem vários compostos secundários durante seu ciclo de vida (THATOI & SINGDEVSACHAN, 2014). Estes compostos isolados destes fungos podem ser úteis na pesquisa de novos produtos farmacêuticos de origens naturais, produzidos pelos metabólitos secundários bioativos, tais como toxinas, fármacos, fatores de crescimento e as enzimas (ALVES et al., 2012, 2013).

Como exemplo, a espécie *Flammulina velutipes* (Curt.) Singer estudada por Ishikawa et al. (2000; 2001) no qual identificaram um novo grupo de metabolito antimicrobiano, os enokipodins A, B, C, e D em cultura micelial. Em 2020 Tabuchi et al. investigaram a produção

deste metabolito em *Flammulina rossica* Redhead & R.H. e *F. velutipes*, também em meio de cultura micelial. Algumas cepas de *F. rossica* foram confirmadas como produtoras de pelo menos um dos quatro enokipodins no meio de cultura. No entanto, algumas cepas de *F. velutipes* não produziram nenhum dos enokipodins nas mesmas condições de cultivo, o que demonstra variabilidade genética dentro da mesma espécie (ISHIKAWA et al. 2005, TABUCHI et al. 2020). Em um ensaio antibacteriano usando meio líquido, o enokipodin B mostrou a atividade inibitória de crescimento mais alta contra *Bacillus subtilis* Cohn. entre os quatro tipos de enokipodins. O enokipodin B inibiu a germinação de esporos de alguns fungos fitopatogênicos. Os enokipodins B e D exerceram atividade antiproliferativa moderada contra algumas linhagens de células cancerígenas, e os enokipodins A e C inibiram a proliferação do parasita da malária, *Plasmodium falciparum* Welch.

Além dos compostos bioativos, os cogumelos comestíveis produzem uma importante enzima, as proteases, que apresentam um grande valor biotecnológico, possuindo várias aplicações nas industriais em todo o mundo (INÁCIO et al., 2015; GURUMALLESH et al. 2019, SAKOVICH et al., 2020). Esta enzima foi estudada por Machado et al. (2017) que verificaram a produção de metaloproteases no extrato de *Lentinus citrinus* (L. ex Fr.) Fr e *Pleurotus ostreatoroseus* Singer (= *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn) em diferentes condições de cultivo. Os valores significativos de atividade proteolítica foram identificados no bioproduto da miceliação de *P. ostreatoroseus*. De acordo com os dados dos experimentos, notou-se a presença predominante de proteases de cisteína e serina que foram secretadas por este fungo.

Pimenta et al. (2021) também analisaram a atividade e caracterização parcial de peptidases de *Pleurotus albidus* (Berk.) Pegler sob condições de cultivo. Como resultado, notou-se que *P. albidus* excretou peptidases em todas as condições de cultivo avaliadas. Nas condições de investigação, foi observada a predominância de peptidases de metalo e cisteína, onde foram classificadas como metaloproteases e cisteínoproteases, confirmando a sua aplicabilidade na indústria de alimentos.

Muitas destas espécies economicamente importantes pertencem a classe Agaricomycetes (Basidiomycota) no qual incluem todos os fungos que formam basidiomas, com himênio definido (HIBBETT et al., 2007; HIBBETT et al., 2014). Este grupo é composto por fungos com características bastante diversificadas, tanto do ponto de vista anatômico como também fisiológico, ecológico e genético (BINDER et al., 2013). E possuem um papel

fundamental na decomposição e ciclagem de nutrientes em todo o ecossistema, sendo os maiores decompositores da matéria orgânica (BLACKWELL et al., 2006; FLOUDAS et al., 2012).

A maioria dos fungos vulgarmente denominados de cogumelos deste grupo, estão inseridos na ordem Agaricales (Agaricomycetes), mas ocorrem em outras ordens também como Boletales e Polyporales. Para este grupo já foram identificadas 1038 espécies para todo o Brasil, destas 161 estão registradas para a região Norte (Fungos in Flora e Funga do Brasil, 2022).

Destaca-se alguns exemplos recentes de descrição de espécies novas de fungos Agaricales para a Amazônia os estudos realizados por parte desta equipe: Oliveira et al. (2021), descreveram uma nova espécie de fungo bioluminescente, *Mycena cristinae* J.S. Oliveira para a Floresta Amazônica Central; Oliveira et al., (2019) identificaram também um novo gênero *Pusillomyces* J.S. Oliveira com a descrição de uma espécie nova, *P. manuripioides* J.S. Oliveira (espécie-tipo do gênero); Oliveira et al., (2019) identificaram uma espécie de *Marasmius* nova para a ciência, o fungo Përisi, utilizado pelas mulheres yanomami na fabricação das cestaria, onde foi nomeado de *Marasmius yanomami* J.S. Oliveira & N.K. Ishikawa; Cabral et al., (2014) descreveram uma nova espécie de *Geastrum* para a Amazônia Central onde foi denominada *Geastrum inpaense* T.S. Cabral, B.D.B. Silva & Baseia.

Vale ressaltar para o estado do Pará, o registro de duas novas espécies de *Scleroderma* para a Amazônia denominadas de *Scleroderma anomalosporum* Baseia, B.D.B. Silva & M.P. Martín e *S. camassuense* M.P. Martín, Baseia & B.D.B. Silva. Estas espécies foram descritas em Baseia et al., (2016), no qual foi coletada na Ilha Camassú em Altamira, no estado do Pará. SOARES et al. (2014) descreveu uma nova espécie para o norte da Amazônia brasileira, *Ceriporia amazonica* Soares, Sotão & Ryvardeen, coletado na Floresta Nacional do Amapá.

Estes estudos citados acima confirmam a diversidade de espécies para a Amazônia, corroborado por Albagli, (2001) onde descreve que o Brasil ocupa o primeiro lugar mundialmente em megadiversidade, tanto em número de espécies quanto em níveis de endemismo. A Amazônia brasileira por possuir uma grande área de floresta tropical úmida, torna-se uma área territorial muito importante para conservação e uso sustentável desta biodiversidade (ALBAGLI, 2001).

Na Amazônia, sabemos que desde o século XIX, naturalistas como o Richard Spruce coletaram macrofungos na Amazônia, e essas foram enviadas para a Inglaterra e pelo menos

140 espécies estão depositadas nos herbários da Europa, entre estas, cerca de 80 registros são holótipos. Posteriormente, as coletas realizadas na Amazônia foram levadas aos primeiros herbários do Brasil localizados no sudeste do país. Apenas nos meados do século XX, quando começam a surgir instituições de pesquisas e herbários na própria Amazônia e quando os botânicos e micólogos estudiosos de fungos, começaram a se fixar na Amazônia, os materiais coletados na Amazônia começam a ser depositados e mantidos na própria Amazônia. Sendo os principais herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi - Herbário MG, criado em 1895 e o herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Herbário INPA criado em 1954.

Apesar de Hawksworth (2001, 2004) evidenciarem que a diversidade de fungos é maior em regiões tropicais do que em regiões temperadas, existe uma grande dificuldade e limitação na exploração de fungos em Florestas Tropicais. O que pode ser observado para o estado do Pará, onde a diversidade de fungos macroscópicos da região do sudoeste paraense é pouco conhecida por serem áreas pouco estudadas, desta forma há uma grande necessidade de trabalhos taxonômicos para catalogar a sua micodiversidade.

Os primeiros estudos micológicos de macrofungos para o estado do Pará foram realizados pelo taxonomista Berkeley (1851), onde registrou espécimes coletados pelo naturalista Richard Spruce (1849 a 1853) nas proximidades de Caripi e Tauaú (atualmente Município de Barcarena). Outros estudos foram publicados por Paul Christoph Hennings (1900, 1902) ao analisar as coletas realizadas por Ernest Ule no Brasil. E posteriormente por Steyaert (1962) onde realizou inventários taxonômicos para o Estado. Silva e Minter (1965), através de resultados de trabalhos de Chaves-Batista et al. descreveram fungos de alguns estados brasileiros, destes são descritas 19 espécies para o Pará.

Estudos contendo inventários taxonômicos e ecológicos no estado do Pará foram também realizados por Campos e Cavalcanti (2000) onde registraram a primeira ocorrência de *Phellinus mangrovicus* (Imaz.) Imaz. para o Brasil. Sotão et al. (2002-a), Campos et al. (2005), também realizaram estudos relatando a diversidade de Macrofungos para a região de Algodual/Maiandeuá e Bragança, registrando respectivamente 17 e 19 táxons de Agaricomycetos.

Sotão et al. (1997, 2002-b, 2009), Gibertoni (2008), Sotão e Gibertoni (2008), Gibertoni et al. (2012, 2013, 2016) e Medeiros et al. (2013) realizaram inventários na Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã apresentando uma listagem de fungos macroscópicos para o estado do Pará, fornecendo assim informações sobre a ecologia e distribuição dos macrofungos. Outros

trabalhos foram realizados por Martins-Júnior et al. (2008, 2011); Medeiros & Ryvarden (2011); Medeiros et al. (2012, 2015); Gomes-Silva et al. (2012, 2014, 2015).

Apesar de todos estes estudos acima relacionados, observa-se que o conhecimento está concentrado nas regiões do nordeste do Estado e que para a região sudoeste paraense não há um levantamento taxonômico de fungos macroscópicos, principalmente para os municípios de Medicilândia, Altamira e Brasil Novo. Considerando que estes municípios atualmente passaram por um avanço no processo de desmatamento de muitas áreas de floresta, torna-se ainda mais relevante o inventário de fungos para esta região, a qual consiste numa grande área territorial da Amazônia brasileira, com um déficit em estudos de fungos macroscópicos.

Desta forma, esta dissertação está dividida em três capítulos, sendo o primeiro relatando espécies de cogumelos comestíveis encontradas em regiões cacauieiras destes municípios; o segundo consiste na análise do perfil de aminoácidos das espécies *Auricularia delicata* (Mont. ex Fr.) Henn., *Schizophyllum commune* Fr., e mix de *Panus lecomtei* (Fr.) Corner e *Panus strigellus* (Berk.) Overh.; e pôr fim a descrição de espécies do gênero *Schizophyllum* encontrados na área estudada.

2. Objetivos gerais

2.1 Geral

- Registrar a ocorrência de macrofungos com potencial de uso na alimentação nos Municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia no estado do Pará.

2.2 Específicos

- Coletar e identificar espécies conhecidamente comestíveis;
- Analisar o perfil de aminoácidos dos cogumelos: *Auricularia delicata*, *Schizophyllum commune* e um mix de *Panus lecomtei* e *Panus strigellus*;
- Realizar a análise morfológica e molecular de espécies de *Schizophyllum* coletadas na Amazônia Brasileira.

3. Literatura citada

ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Parcerias estratégicas**, n. 12, setembro, 2001.

ALVES, M. J. et al. A review on antifungal activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 13, n. 21, p. 2648-2659, 2013.

ALVES, M. J. et al. A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. **Planta Médica**, v. 78, n. 16, p. 1707-1718, 2012.

BASEIA, I. G. et al. Discovery or Extinction of New *Scleroderma* Species in Amazonia? **PLOS ONE**, v. 11, n. 12, p. 0167879, 2016.

BERKELEY, M. J. Decades of fungi. Decades XXXI. Pyrenees and Para fungi collected by Mr. Spruce. **Journal of Botany** (Hooker), v. 3, p. 14-21, 1851.

BINDER, M. et al. Phylogenetic and phylogenomic overview of the Polyporales. **Mycologia**, v. 105, n. 6, p. 1350–1373, 2013.

BLACKWELL, M. et al. Research coordination networks: a phylogeny for kingdom Fungi (Deep Hypha). **Mycologia**, v. 98, p. 829–837, 2006.

BLACKWELL, M. The Fungi: 1, 2, 3, ... 5,1 million species? **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 98, p. 426–438, 2011.

CABRAL, T. S. et al. A new species and new records of gasteroid fungi (Basidiomycota) from Central Amazonia, Brazil. **Phytotaxa**, v. 183, p. 4, 2014.

CAMPOS, E. L. & CAVALCANTI, M. A. Q. Primeira ocorrência de *Phellinus magrovicus* (Imaz.) Imaz. para o Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v. 14, n. 3, p. 263-265, 2000.

CAMPOS, E. L. et al. Basidiomycetes de Manguezais da APA de Algodoal – Maiandeuá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, sér. bot. v.1. p. 141-146, 2005.

CASTRO, T. C. Macrofungos da Família Polyporaceae (Agaricomycetes) em área de floresta nativa, floresta secundária e sistema agroflorestais no município de Tomé-Açu, Pará, Brasil. **Trabalho de conclusão de curso**, 2022.

FLOUDAS, D. et al. The Paleozoic origin of enzymatic lignin decomposition reconstructed from 31 fungal genomes. **Science**, v. 336, p. 17151719, 2012.

FORZZA, R. C. et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

Fungos in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB120181>>. Acesso em: 21 ago. 2022

GIBERTONI T. B. et al. *Oxyporus mollis* sp. nov. (Agaricomycetes) from the Eastern Brazilian Amazonia. **Nova Hedwigia**, v. 94, p. 175-179, 2012.

GIBERTONI, T. B. et al. **Poroid fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) in the National Caxiuanã Forest**. In: Pedro Luiz Braga Lisboa. (Org.). Caxiuanã - paraíso ainda preservado. 1ed. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, v. 3, p. 397-410, 2013.

GIBERTONI, T. B. et al. The distribution of polypore fungi in endemism centres in Brazilian Amazonia. **Fungal Ecology**, v. 20, p. 1-6, 2016.

GIBERTONI, T. B. Polyporoid fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) in the Estação Científica Ferreira Penna (State of Pará, Brazilian Amazonia): diversity and ecological aspects. **Scientifica Acta**, v. 2, p. 70-74, 2008.

GOMES-SILVA, A. C. et al. Polyporus (Basidiomycota) in the Brazilian Amazonia, with notes on *Polyporus indigenus* I. J. Araujo & M. A. de Sousa and *P. sapurema* A. moller. **Nova Hedwigia**, v. 34, n. 94, p. 227-238, 2012.

GOMES-SILVA, A. C. et al. Delimitation of taxa in *Amauroderma* (Ganodermataceae, Polyporales) based in morphology and molecular phylogeny of Brazilian specimens. *Phytotaxa* (Online), v. 227, p. 201-228, 2015.

GOMES-SILVA, A. C. et al. Two new species of *Rigidoporus* (Agaricomycetes) from Brazil and new records from the Brazilian. **Amazonia Phytotaxa** (Online), v. 156, p. 191-200, 2014.

GURUMALLES, P. et al. A systematic reconsideration on proteases. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 128, p. 254-267, 2019.

HAWKSWORTH, D. L. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. **Studies in Mycology**, v. 50, p. 9-18, 2004.

HAWKSWORTH, D. L. Mushrooms: the extent of the unexplored potential. **International journal of medicinal mushrooms**, v. 3, n. 4, 2001.

HAWKSWORTH, D. L. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. **Mycological Research**, v. 95, p. 641-655, 1991.

HAWKSWORTH, D. L.; LÜCKING, R. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. **Microbiol Spectrum**, v. 5, n. 4, 2017.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis I. **Hedwigia**. v. 39, n. 3, p. 76-78, 1900.

HENNINGS, P. Fungi Paraensis I. **Hedwigia**. v. 41, p. 15-18, 1902.

HIBBETT, D. S. et al. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. **Mycological Research**, v. 111, n. 5, p. 509-547, 2007.

HIBBETT, D. S. et al. Progress in molecular and morphological taxon discovery in Fungi and options for formal classification of environmental sequences. **Fungal Biology Reviews**, v. 25, p. 38-47. 2011.

HIBBETT, D. S. et al. **Systematics and Evolution**, The Mycota VII Part. A. D. J. McLaughlin and J. W. Spatafora (Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2ª Ed., 2014.

INÁCIO F. et al. Proteases of wood rot Fungi with emphasis on the genus *Pleurotus*. **BioMed Research International**. Article ID 290161, p. 10, 2015.

INDEX FUNGORUM PARTNERSHIP. Custodiantes: The Royal Botanic Gardens Kew, Landcare Research-NZ and the Institute of Microbiology, 2005. Disponível em <http://www.speciesfungorum.org/names/Names.asp>. Acesso em 15/09/2022.

ISHIKAWA, N. K. et al. Highly oxidized cuparene-type sesquiterpenes from a mycelial culture of *Flammulina velutipes*. **Phytochemistry**, v. 54, n. 2000, p. 777-782, 2000.

ISHIKAWA, N. K. et al. Antimicrobial Cuparene-Type Sesquiterpenes, Enokipodins C and D, from a Mycelial Culture of *Flammulina velutipes*. **Journal of Natural Products**, v. 64, n. 7, 2001.

ISHIKAWA, N. K. et al. Production of enokipodins A, B, C, and D: a new group of antimicrobial metabolites from mycelial culture of *Flammulina velutipes*. *Mycoscience*, Tokyo v. 46, p. 39–45, 2005.

KIRK, P. M. et al. **Dictionary of the Fungi**. 10 ed. CABI Publishing, Surrey. 771 pp. 2008.

MACHADO, A. R. G. et al. Production and characterization of proteases from edible mushrooms cultivated in Amazon tubers. **African Journal of Biotechnology**, vol. 16, n. 46, p. 2160-2166, 2017.

MARTINS JUNIOR, A. S. et al. *Diplomitoporus allantosporus* (Basidiomycetes): a new record to Brazil. **Mycotaxon**, v. 106, p. 195 – 1998, 2008.

MARTINS JUNIOR, A. S. et al. Espécies de *Ganoderma* P. Karst (Ganodermataceae) e *Phellinus* Quél. (Hymenochaetaceae) na Estação Científica Ferreira Penna, Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** (Impresso), v. 25, p. 531-533, 2011.

MEDEIROS, P. S. et al. Notes on *Perenniporia* Murrill (Basidiomycota) from the Brazilian Amazonia. **Nova Hedwigia**, v. 94, p. 507-519, 2012.

MEDEIROS, P. S. et al. Riqueza e relação dos fungos poroides lignolíticos (Agaricomycetes) com o substrato em floresta da Amazônia brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 10, p. 423-436, 2015.

MEDEIROS, P. S.; RYVARDEN, L. The genus *Microporellus* Murrill in South America. **Synopsis Fungorum**, v. 29, p. 71-73, 2011.

MEDEIROS, P.S. et al. **Fungos Poroides (Agaricomycetes) no sítio do Programa de Biodiversidade da Amazônia (PPBio) em Caxiuanã**. In: Lisboa, P.L.B. (Org.). Caxiuanã - paraíso ainda preservado. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, pp. 375–385, 2013.

MOORE, D. et al. 21st Century Guidebook to Fungi. **Cambridge University Press**, 2011.

OLIVEIRA, J. J. S. et al. *Marasmius yanomami* (Pèrsi) O fungo que as mulheres yanomami

usam na cestaria. Associação das Mulheres Yanomami Kumirãyôma (AMYK) e Instituto Socioambiental (ISA), 2019.

OLIVEIRA, J. J. S. et al. Progress on the phylogeny of the Omphalotaceae: *Gymnopus* s. str., *Marasmiellus* s. str., *Paragymnopus* gen. nov. and *Pusillomyces* gen. nov. **Mycological Progress**, v 18, p. 713–739, 2019.

OLIVEIRA, J. J. S. et al. The Amazonian luminescent *Mycena cristinae* sp. nov. from Brazil. **Mycoscience**, v. 62, p. 395-405, 2021.

PIMENTA, L. et al. Eco-friendly process to select Lignocellulosic substrate for the production of acid peptidases. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 3469-3479, Curitiba, Jan, 2021.

SAKOVICH, V. V. et al. Structural and functional peculiarities of aspartic proteases of basidiomycetes. **Biopolymers and Cell**. v.36, n. 2, 2020.

SOARES, A. M. S. et al. Ceriporia amazonica (Phanerochaetaceae, Basidiomycota), a new species from the Brazilian Amazonia, and C. albobrunnea, a new record to Brazil. *Phytotaxa*, v. 175, n. 3, p. 176–180, 2014.

SOTAO, H. M. P. et al. **Fungos macroscópicos da Floresta Nacional de Caxiuanã: Basidiomycota (Agaricomycetes)**. In: Pedro Lisboa. (Org.). Caxiuanã: Desafios para Conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia. p. 383-396, Belém: mpeg, 2009.

SOTAO, H. M. P. et al. Basidiomycetes macroscópicos de manguezais de Bragança, Pará, Brasil. **Hoehnea**, v. 29, n.3, p. 215-224, São Paulo, 2002-a.

SOTAO, H. M. P. et al. **Fungos Poliporoides**. In: LISBOA, P. (Org.). CAXIUANA: Populações tradicionais, meio físico e diversidade biológica. 1ªed. Belém-Pará: MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI, v. 2, p. 433-444, 2002-b.

SOTAO, H. M. P. et al. **Os fungos – Basidiomycota**. In. Lisboa, P. L. B. (org.). Caxiuanã, Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi. Cap. III. p. 213-219, 1997.

SILVA, M.; MINTER, D. W. Fungi from Brazil. Record by Batista e co-workers. **Mycological Paper**, v 169, p. 1-585, 1965.

STEYAERT, R. L. Genus *Ganoderma* (Polyporaceae) taxa nova – 2. **Bulletim du Jardim Botanique de L’etat Bruxelles**. v. 32. n.1 89-104. 1962.

TABUCHI, A. et al. Productivity and bioactivity of enokipodins A–D of *Flammulina rossica* and *Flammulina velutipes*. *Bioscience, Biotechnology And Biochemistry*, v. 84, n. 5, 876–886, 2020.

THATOI, H. & SINGDEVACHAN, S. K. Diversity, nutritional composition and medicinal potential of Indian mushrooms: A review. **African Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 4, p. 523-545, January, 2014.

VARGAS-ISLA, R. et al. Contribuições etnomicológicas dos povos indígenas da Amazônia. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 58-65, Macapá, 2013.

Capítulo 1

OCORRÊNCIA DE COGUMELOS COMESTÍVEIS NO SUDOESTE DO PARÁ, BRASIL

Este capítulo está formatado nas normas de publicação de artigo científico para a revista Visão Acadêmica, disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica>

OCORRÊNCIA DE COGUMELOS COMESTÍVEIS NO SUDOESTE DO PARÁ, BRASIL

OCCURRENCE OF EDIBLE MUSHROOMS IN SOUTHWEST PARÁ, BRAZIL

Ruthe de Jesus Santos Dalman¹, Noemia Kazue Ishikawa², Isadora Fernandes de França³, Jadson José Souza Oliveira⁴, Ruby Vargas-Isla⁵, Tiara Souza Cabral⁶

1. Mestranda na Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, Universidade Federal do Pará, Rua Coronel José Porfírio, 2515, Esplanada do Xingu, Altamira, Pará, Brasil. CEP: 68372-040. E-mail: rutheerayran@gmail.com

2. Bióloga, Doutora em Recursos Naturais e pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69067-375. E-mail: noemia@inpa.gov.br

3. Bióloga, Dr., Professora da Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Rua Coronel José Porfírio, 2515, Esplanada do Xingu, Altamira, Pará, Brasil. CEP: 68372-040. E-mail: isadorafranc@ufpa.br

4. Coordenação de Biodiversidade (COBIO) e Divisão do Curso de Pós-graduação em Botânica (DIBOT), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Av. André Araújo 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69011-970. E-mail: oliveira.j.j.s.86@gmail.com

5. Agrônoma, Mestre em Agricultura no Trópico Úmido e Doutora em Botânica no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus – INPA, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69067-375. E-mail: rubyvar9@gmail.com

6. Departamento de Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000- Coroado I- Campus Universitário- Senador Arthur Virgílio Filho - Setor Sul, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69077- 000. E-mail: ttiara@gmail.com

RESUMO: Os fungos apresentam funções essenciais para a manutenção da vida em todo o ecossistema, sendo os principais decompositores da matéria orgânica. Muitas espécies são utilizadas na alimentação humana por povos indígenas, como também cultivadas comercialmente. Para o Brasil, não existem levantamentos precisos sobre o número de espécies comestíveis conhecidas e estimadas, isto pode estar relacionado a pouco conhecimento sobre as espécies fúngicas que aqui ocorrem. Deste modo o presente estudo teve como objetivo coletar, identificar e depositar espécies de cogumelos comestíveis que ocorrem nos municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia, na região do sudoeste paraense e assim contribuir com maior conhecimento da riqueza local de cogumelos comestíveis e o incremento do Herbário HATM. Os gêneros mais representativos foram *Auricularia* (14 amostras), seguidos de *Lentinus* (12), *Favolus* (4) e *Panus* (4). Desta forma foram observadas a ocorrência de espécies de cogumelos potencialmente comestíveis para os municípios estudados, bem como foi possível incrementar espécimes de referência para a Amazônia no Herbário Padre José Maria de Albuquerque (HATM), da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Altamira.

Palavras-chave: Macrofungos, potencial alimentar, HATM, Amazônia.

ABSTRACT: Fungi have essential functions for the maintenance of life throughout the ecosystem, being the main decomposers of organic matter. Many species are used in human food by indigenous peoples, as well as commercially cultivated. For Brazil, there are no accurate surveys on the number of known and estimated edible species, this may be related to little knowledge about the fungal species that occur here. Thus, the present study aimed to collect, identify and deposit species of edible mushrooms that occur in the municipalities of Altamira, Brazil Novo and Medicilândia, in the southwest region of Pará and thus contribute to a greater knowledge of the local richness of edible mushrooms and the increase in the HATM Herbarium. The most representative genera were *Auricularia* (14 samples), followed by *Lentinus* (12), *Favolus* (4) and *Panus* (4). In this way, the occurrence of potentially edible mushroom species for the studied municipalities was observed, as well as it was possible to increase reference specimens for the Amazon in the Herbarium Padre José Maria de Albuquerque (HATM), from the Federal University of Pará (UFPA), Altamira Campus.

Keywords: Macrofungi, food potential, HATM, Amazon.

1. INTRODUÇÃO

Os fungos apresentam funções essenciais para a manutenção da vida em todo o ecossistema, especialmente em ambientes florestais, onde atuam como organismos saprofíticos, sendo um dos principais decompositores da matéria orgânica (HIBBETT et al., 2014). Além disso, podem ser também parasitas de plantas e animais, como também fazerem associações mutualísticas de grandes benefícios com plantas vasculares (micorrizas), e com algas (liquens) (HIBBETT et al., 2014).

Muitos destes fungos são da classe Agaricomycetes (Basidiomycota), na qual estão inseridos fungos macroscópicos degradadores de madeira, popularmente conhecidos como os cogumelos, as orelhas de pau, as estrelas da terra, entre outras espécies (HIBBETT et al., 2014). Muitas espécies de interesse econômico são encontradas neste grupo, tanto para a indústria alimentícia como farmacêutica. Como exemplo os cogumelos comestíveis que são cultivados comercialmente em larga escala: *Agaricus bisporus* (J.E.Lange), *Pleurotus* spp., *Lentinula edodes* (Berk.), *Auricularia auricula* (Bull.) Quél. e *Flammulina velutipes* (Singer) (SGANZERLA et al., 2022). Liderado por essas espécies de cogumelos comestíveis (ROYSE et al. 2017), o tamanho do mercado global do comércio de cogumelos foi avaliado em US\$ 50,3 bilhões em 2021 (GRAND VIEW RESEARCH 2022).

Por mais produtivo e sofisticado que seja o cultivo de uma espécie de cogumelo atualmente, no passado tudo começou com o conhecimento etnomicológico de algum

povo que aprendeu a consumir as espécies e passou o conhecimento aos seus descendentes. No Brasil, os povos Yanomami vem protagonizando o conhecimento dos povos originários da Amazônia. Em 2016, foi publicado o livro “Ana Amopö: Cogumelos. Enciclopédia dos alimentos Yanomami (Sanöma)” onde consta 15 espécies consumidas pelos indígenas Yanomami do grupo Sanöma (SANUMA et al., 2016). Em trabalhos de etnomicologia publicados em 1853 até a data atual, existem relatos do uso comestível de 52 espécies de cogumelos com ocorrência natural na Amazônia brasileira. No entanto, nenhum registro para o sudoeste do Pará.

Os cogumelos comestíveis são um importante alimento nutracêutico, proporcionando uma grande eficácia suplementar, promovendo importantes benefícios à saúde devido à sua composição nutricional, apresentando altos teores de proteína semelhantes ao de fontes animais e vegetais, além de serem fontes de todos os aminoácidos essenciais necessários na dieta humana (KHAN & TANIA, 2012; NWOKO et al., 2017). Bem como, fonte de vários compostos naturais bioativos que são extraídos e utilizados como fármacos, além de serem produzidos pela indústria farmacêutica (KHAN & TANIA, 2012).

Atualmente os cogumelos são consumidos mundialmente em grandes quantidades, e sua rica biodiversidade desperta o interesse no processamento agroindustrial para a produção de novos alimentos (KHURENA et al., 2020). A fungicultura (cultivo de cogumelos) de espécies nativas da Amazônia tem atraído a atenção de investidores e produtores rurais praticantes da agricultura orgânica.

O tamanho do mercado global de cogumelos foi avaliado em US\$ 50,3 bilhões em 2021 e deve se expandir a uma taxa de crescimento anual composta de 9,7% de 2022 a 2030 (GRAND VIEW RESEARCH, 2022). Espera-se que a crescente população vegana que exige uma dieta rica em proteínas em todo o mundo seja um fator-chave para o mercado (GRAND VIEW RESEARCH, 2022). Embora seja difícil obter dados estatísticos de produção de cogumelos do Brasil, observa-se um crescente aumento da produção e distribuição de cogumelos comestíveis. Entretanto as espécies cultivadas no país são de origem europeia ou asiática.

Para o Brasil, não existem levantamentos precisos sobre o número de espécies comestíveis conhecidas e estimadas, isto pode estar relacionado a pouco conhecimento sobre as espécies fúngicas que aqui ocorrem (PEREIRA et al., 2018).

Na Amazônia entre os herbários mais antigos com coleções de fungos Agaricomycetes em seus acervos estão os herbários João Murça Pires (MG) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), fundado em 1895 e o herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - Herbário INPA criado em 1954. (Maia et al., 2019). O Herbário Padre José Maria de Albuquerque (Herbário HATM) da Universidade Federal do Pará, fundado em 24 de junho de 2011, obteve um incremento de amostras de plantas, a partir do recebimento da doação da Empresa Norte Energia S.A. de duplicatas de amostras coletadas na região de influência da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, como parte do cumprimento das metas do Plano Básico Ambiental (<https://collectory.sibbr.gov.br/collectory/public/show/co401>).

Atualmente o HATM possui uma coleção muito restrita de macrofungos e a incorporação de espécimes de fungos da região, serão muito importantes para que este herbário se destaque também como uma coleção de referência para fungos do sudoeste paraense e para outras regiões do bioma Amazônia.

O presente estudo teve como objetivo coletar, identificar e depositar espécies de cogumelos comestíveis que ocorrem nos municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia e contribuir com maior conhecimento da diversidade local de cogumelos comestíveis e o incremento da coleção de fungos do Herbário HATM.

2. METODOLOGIA

Foram realizadas visitas à campo nos períodos de 2020 a 2022, com coletas aleatórias durante os meses de novembro a janeiro dos respectivos anos, tanto nos períodos chuvosos quanto nos períodos secos. Os pontos de coletas foram sítios de agricultores nos municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia, especificamente em áreas de plantio de cacau quanto e também em matas adjacentes a estes cultivos.

Os fungos foram coletados seguindo o guia de coletas para cogumelos (VARGAS-ISLA et al., 2019) e transportados para o Laboratório de Botânica da Faculdade de Ciências Biológicas (FCB) onde foram desidratados em temperatura entre 50 °C e 60 °C. Inicialmente foi realizado uma análise macroscópica do material fresco para identificação das espécies de cogumelos comestíveis. As amostras foram analisadas quanto às suas características macroscópicas de acordo com literatura

especializada, após esta triagem todo o material foi enviado para o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia para análise taxonômica dos espécimes.

Após as devidas identificações as exsicatas serão depositadas no Herbário Padre José Maria de Albuquerque (HATM), da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Altamira, com duplicatas no Herbário do INPA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise macro morfológica de 42 amostras coletadas nos municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia, revelou que estas correspondem a cogumelos comestíveis distribuídas entre os gêneros *Auricularia* (Bull. ex Juss.), *Favolus* (Fr.), *Panus* (Fr.), *Lentinula*, *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm., *Schizophyllum* (Fr.) e *Tremella* (Pers.). (tabela 1).

Tabela 1. Espécies de cogumelos registrado para o sudoeste paraense com seus respectivos números de coletas, ecologia e distribuição.

Gênero/espécie	Nº de coleta	Ecologia	Município e Local de coleta	Literaturas de comestibilidade
<i>Auricularia</i> cf. <i>delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn.	RJS86; RJS113; RJS119; RJS132	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde; Brasil Novo/PA, Sítio Boa Esperança; Medicilândia/PA, Km 80 norte, Vicinal da 26	Khurena et al. (2020); Singer et al. (2021).
<i>Auricularia</i> cf. <i>fuscusuccinea</i> (Mont.) Henn.	RJS39; RJS49; RJS50; RJS68; RJS71; RJS77; RJS84; RJS85; RJS111; RJS116	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde; Brasil Novo/PA, Sítio Boa Esperança	Shu Ting Chang & Solomon P. Wasser (2012).
<i>Favolus</i> cf. <i>brasiliensis</i> (Fr.) Fr.	RJS26; RJS40; RJS78; RJS226	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde; Brasil Novo/PA,	Sanuma et al. (2016).

Chácara Frutão				
<i>Lentinula raphanica</i> (Murrill) Mata & R.H. Petersen	RJS95	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde	Sanuma et al. (2016).
<i>Lentinus bertieri</i> cf. (Fr.) Fr.	RJS34; RJS42; RJS46; RJS48; RJS56; RJS58; RJS59; RJS60; RJS202	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde; Sítio cacau de ouro; Sítio morada nova Brasil Novo/PA, Sítio Frutão; Medicilândia/PA, Km 80 norte	Sanuma et al. (2016).
<i>Lentinus velutinus</i> Fr.	RJS65	Sapróbio, folhagens	Altamira/PA, Assurini, Sítio Morada Nova	Sanuma et al. (2016).
<i>Panus strigellus</i> (Berk.) Overh.	RJS100; RJS124	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Morada Nova; Sítio cacau de ouro	Sanuma et al. (2016).
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex. Fr.) Boedijn	RJS78; RJS80	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde	Sanuma et al. (2016).
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex. Fr.) Boedijn	RJS79	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde	Sanuma et al. (2016).
<i>Schizophyllum aff. radiatum</i>	RJS91	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Assurini, Sítio Vista Verde	Carreño-Ruiz et al. (2019).
<i>Tremella fulciformes</i> Berk	RJS114, RJS227	Sapróbio, madeira em decomposição	Altamira/PA, Travessão da Firma; Brasil Novo/PA, Sítio Boa Esperança;	Shu-Yao Tsai et al. (2018); Yu-ji Wu et al. (2019)

Os gêneros que apresentaram maior número de amostras foram: *Auricularia* (14 coletas), seguidos de *Lentinus* (12), *Favolus* (4) e *Panus* (4). (figuras 1, 2 e 3).

Algumas destas espécies são consumidas pelos povos Yanomami da região de Awari, no Amazonas, tais como: *Pleurotus djamor*, *Lentinula raphanica*, *Lentinus crinitus*, *Panus velutinus*, *Panus strigellus* e *Favolus brasiliensis* (Fr.) Fr. (SANUMA et al., 2016). O que reforça a riqueza de cogumelos na região sudoeste do Pará com etnoconhecimento de comestibilidade pelos povos amazônicos.



Fig. 1 Cogumelos comestíveis coletados na região sudoeste do Pará. A) *Auricularia* cf. *delicata*; B) *Auricularia* cf. *fuscossuccinea*; C) *Favolus* cf. *brasiliensis*; D) *Lentinus velutinus*.



Fig. 2 Cogumelos comestíveis coletados na região sudoeste do Pará. E) *Lentinus* cf. *bertieri*; F) *Lentinula raphanica*; G) *Panus lecomtei*; H) *Panus strigellus*.



Fig. 3 Cogumelos comestíveis coletados na região sudoeste do Pará. I) *Pleurotus djamor*; J) *Pleurotus djamor*; K) *Tremella fulciformes*; N) *Schizophyllum* aff. *radiatum*.

Além destas espécies, *Auricularia delicata* está inserida no grupo dos cogumelos utilizados em todo o mundo como alimento, e desempenha inúmeras funções no corpo humano, pois é um cogumelo que possui alto teor de proteínas, carboidratos e minerais (KHURENA et al., 2020). *Schizophyllum commune* é outro cogumelo comestível comum e amplamente distribuído, sendo consumido como alimento e medicinal no sul da Ásia em países como Tailândia, Taiwan, Malásia, Vietnã, sul da China e Noroeste da Índia (SINGH et al., 2021).

Espécies do gênero *Tremella*, como por exemplo *T. fulciformes* (Berk) também é consumida em muitos países da Ásia, sendo um famoso cogumelo comestível e medicinal, e cultivado em países como China e na região central de Taiwan, rico em proteínas, polissacarídeos e fibras alimentares (SHU-YAO TSAI et al, 2018; YU-JI WU et al., 2019). É comumente conhecido como “auricularia branca” ou “fungo gelatinoso branco”, “fungo de neve”, “orelha de neve” e no Japão é conhecido como Shirokikurage. Este fungo foi encontrado pela primeira vez no Brasil, no estado do Amazonas e cresce em regiões de clima quente em todo o mundo. (BACH et al., 2015; YU-JI WU et al., 2019).

Os dados observados neste estudo sugerem o potencial da Funga da área de estudo de espécies de cogumelos para os municípios estudados. Devido os seus importantes benefícios para a saúde humana, visto que são uma fonte essencial de nutrientes e alimentos medicinais, esse estudo levanta possibilidades de avançar em pesquisas como uma alternativa a ser pensada para incorporação na alimentação da população local.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As regiões estudadas demonstraram uma variedade de cogumelos com potencial alimentício. Desta forma, este estudo representa apenas uma amostra da riqueza de espécies comestíveis para a região do sudoeste paraense. Com este estudo serão incrementadas exsicatas de cogumelos comestíveis ao Herbário Padre José Maria de Albuquerque (HATM), da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Altamira, com duplicatas no Herbário do INPA.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACH, E. E. et al. Use of polysaccharide extracted from *Tremella fuciformis* berk for control diabetes induced in rats. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 27, n. 7, p. 585-591, 2015.

BOA, E. **Wild edible fungi. A global overview of their use and importance to people**. Rome: FAO, 2004.

CARREÑO-RUIZ, S. D. et al. New record of *Schizophyllum* (Schizophyllaceae) from Mexico and the confirmation of its edibility in the humid tropics. **Phytotaxa**, v. 413, n. 2, p. 137-148, 2019.

CHANG, S. T.; WASSER, S. P. The role of culinary-medicinal mushrooms on human welfare with a pyramid model for human health. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 14, n. 2, p. 95–134, 2012.

DESPREZ-LOUSTAU, M. L. **The fungal dimension of biological invasions**. Trends in Ecology & Evolution, v. 22, n. 9, p. 472-480, 2007.

HIBBETT, D. S. et al. **Systematics and Evolution**, The Mycota VII Part. A. D. J. McLaughlin and J. W. Spatafora (Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2^a Ed., 2014.

GRAND VIEW RESEARCH. **Mushroom market size, share & Trends analysis report by product (Button, Shiitake, Oyster), by form, by distribution channel, by application (food, pharmaceuticals, cosmetics), by region, and segment forecasts, 2022-2030.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.marketresearch.com/Grand-View-Research-v4060/Mushroom-Size-Share-Trends-Product-31035728/>. Acesso:08/07/2022

ISHIKAWA, M. K. et al. Macrofungos da Amazônia importância e potencialidades. *Ciência & Ambiente* 44, janeiro/junho, 2012.

ISHIKAWA, N. K. et al. MACROFUNGOS DA AMAZÔNIA IMPORTÂNCIA E POTENCIALIDADES. **Ciência & Ambiente**, v. 44, p. 129-139, 2012.

ISHIKAWA, N. K. et al. Principais cogumelos comestíveis cultivados e nativos do estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 1-7, 2017.

KHAN, M. A.; TANIA, M. Nutritional and medicinal importance of *Pleurotus* mushrooms: An Overview. **Food Reviews International**, v. 28, p. 313–329, 2012.

KHURENA, F. K. et al. Bioactive analysis of *Auricularia delicata*: Extraction, Purification, and Characterization of Polysaccharides from *auricularia delicata* - Morocco Forest. **IJAED Journal of Organic Chemistry**, v. 1, p. 3, 2020.

MAIA et al. Acervos micológicos nos herbários brasileiros: Retrato das diferenças regionais, in Oliveira et al Conhecimento, conservação e uso de fungos Manaus. **Editora INPA**, p. 17.837, 2019.

NWOKO, M. C. et al. Nutritional and Bioactive Compounds: Evaluation of *Pleurotus pulmonarius* (Fries) Quel. Fruit Bodies Grown on Different Wood Logs in Abia State, Nigeria. **Journal of Bioremediation & Biodegradation**, v. 8, p. 393, 2017.

OLIVEIRA, P. et al. Etnomicologia: uma breve introdução. In: DIAS, A. S. (Ed.). Etnobotânica. Perspectivas, história e utilizações. Universidade de Évora, **Série Ciências da Natureza e do Ambiente**, n. 4. p. 39-44, 2003.

PEREIRA, L. T. et al. Diversidade de fungos brasileiros e alimentação: o que podemos consumir? June, 2018.

ROYSE, D. J. et al. Current Overview of Mushroom Production in the World. **Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications**, 1^a Edition, 2017.

SANUMA, O. I. et al. Sanöma samakönö sama tökö nii pewö oa wi ĩ tökö waheta: Ana amopö= **Enciclopédia dos alimentos yanomami (Sanöma): cogumelos**. 2016.

SGANZERLA, W. G. et al. Research Trends in the Study of Edible Mushrooms: Nutritional Properties and Health Benefits. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 24, n. 5, p. 1–18, 2022.

SHU-YAO, T. et al. Evaluation of food-processing conditions of various particle sizes of *Tremella fuciformis* powder via DSC and TG analyses. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 134, p. 857–864, 2018.

CHANG, S. P.; WASSER, S. P. The Role of Culinary-Medicinal Mushrooms on Human Welfare with a Pyramid Model for Human Health. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 14, n. 2, p. 95–134, 2012.

SINGH, S. et al. Characterization and development of cultivation technology of wild split gill *Schizophyllum commune* mushroom in India. **Scientia Horticulturae**, v. 289, p. 110399, 2021.

VARGAS-ISLA, et al. Contribuições etnomicológicas dos povos indígenas da Amazônia. **Acta Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 1, p. 58-65, 2013.

YU-JI, W. et al. Structure, bioactivities and applications of the polysaccharides from *Tremella fuciformis* mushroom: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 121, p. 1005–1010, 2019.

Capítulo 2

Perfil de aminoácidos de *Auricularia delicata*, *Schizophyllum commune* e mix de *Panus lecomtei* e *Panus strigellus* coletados em região cacauieira do Sudoeste do Pará, Brasil

Este capítulo está formatado nas normas de publicação de artigo científico para a revista *Scientia Amazonica*, disponível em: <https://scientia-amazonia.org/>

Perfil de aminoácidos de *Auricularia delicata*, *Schizophyllum commune* e mix de *Panus lecomtei* e *Panus strigellus* coletados em região cacaueira do sudoeste do Pará, Brasil

Ruthe de Jesus Santos Dalman¹, Isadora Fernandes de França², Ruby Vargas-Isla³, Jadson José Souza de Oliveira⁴, Tiara Sousa Cabral⁵, Noemia Kazue Ishikawa⁶

¹⁻ Mestranda na Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Altamira, Rua Coronel José Porfírio, 2515, Esplanada do Xingu, Altamira, Pará, Brasil. CEP: 68372-040. E-mail: rutheerayran@gmail.com.

²⁻ Professora da Faculdade de Ciências Biológicas, UFPA, Rua Coronel José Porfírio, 2515, Esplanada do Xingu, Altamira, Pará, Brasil. CEP: 68372-040. E-mail: isadorafranc@ufpa.br.

³⁻ Coordenação de Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69067-375. E-mail: rubyvar9@gmail.com

⁴⁻ Coordenação de Biodiversidade e Divisão do Curso de Pós-graduação em Botânica, (INPA), Av. André Araújo 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69011-970. E-mail: oliveira.j.j.s.86@gmail.com

⁵⁻ Departamento de Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000- Coroado I- Campus Universitário- Senador Arthur Virgílio Filho - Setor Sul, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69077- 000. E-mail: ttiara@gmail.com

⁶⁻ Coordenação de Biodiversidade (INPA), Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69067-375. E-mail: noemia.kazue@gmail.com

Resumo: Os municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia localizados na região sudoeste do Pará fazem parte do principal polo cacaueiro do estado. Por ser cultivado principalmente em Sistemas Agrosilviculturais (SAFs), as plantações de cacau apresentam matéria orgânica essenciais como galhos e troncos de diferentes espécies arbóreas para o desenvolvimento de espécies de fungos, incluindo as comestíveis. Deste modo, foi realizado a análise do perfil de aminoácidos dos cogumelos: *A. delicata*, *S. commune* e um mix de *P. lecomtei* e *P. strigellus*, coletados em lavouras antigas e recém formadas de cacau e matas adjacentes a estes cultivos, no sudoeste paraense. Através dos métodos AOAC 982.30 mod., AOAC 994. 12 mod. e AOAC 988.15 mod. utilizado para determinar os aminoácidos neste estudo, foram encontrados 19 aminoácidos nas amostras dos cogumelos estudadas, sendo nove essenciais e dez não essenciais. Os aminoácidos essenciais que apresentaram maiores porcentagens foram a valina, seguido de leucina e lisina. Já os aminoácidos não essenciais com maiores porcentagens foram os ácidos glutâmico e aspárticos seguidos de alanina. O presente estudo demonstrou que os cogumelos avaliados podem ser um alimento de grande valor nutricional, pois são uma fonte alternativa de aminoácidos para a dieta alimentar humana.

Palavras-Chave: Fungos comestíveis, Valor nutricional, Plantios de cacau, Pará.

Abstract: The municipalities of Altamira, Brazil Novo and Medicilândia located in the southwest region of Pará are part of the main cocoa pole in the state. As it is mainly cultivated in Agroforestry Systems (AFS), cocoa plantations have essential organic matter such as branches and trunks of different

tree species for the development of fungal species, including edibles. In this way, the analysis of the amino acid profile of the mushrooms was carried out: *A. delicata*, *S. commune* and a mix of *P. lecomtei* and *P. strigellus*, collected in old and newly formed cocoa plantations and forests adjacent to these cultures, in the southwest of Pará. Through the methods AOAC 982.30 mod., AOAC 994. 12 mod. and AOAC 988.15 mod. used to determine the amino acids in this study, 19 amino acids were found in the mushroom samples studied, nine essential and ten non-essential. The essential amino acids that presented the highest percentages were valine, followed by leucine and lysine. The non-essential amino acids with the highest percentages were glutamic and aspartic acids followed by alanine. The present study demonstrated that the mushrooms evaluated can be a food of great nutritional value, as they are an alternative source of amino acids for the human diet.

Keywords: Edible fungi, Nutritional value, Cocoa plantations, Pará.

1. Introdução

O cultivo do cacau representa uma das melhores opções de Sistemas Agroflorestais, uma vez que, o cacau (*Theobroma cacao* L.), é uma espécie natural de sub-bosque, e pode ser cultivada em associação com outras espécies de árvores nativas de crescimento rápido (MÜLLER; GAMA-RODRIGUES, 2012; VENTURIERI et al., 2022).

No estado do Pará, localizado na região amazônica do Brasil, tem-se observado nos recentes anos um aumento no cultivo de cacau e se tornou o estado com maior produção no Brasil (VENTURIERI et al., 2022). A região do sudoeste do Pará é o principal polo cacauero, os municípios de Medicilândia, Brasil Novo e Altamira juntos abrangem 46,4 % da área de plantio de cacau no Pará (VENTURIERI et al., 2022).

Por ser cultivado principalmente em Sistemas Agrosilviculturais (SAFs), este sistema oferece matéria orgânica de árvores de diferentes espécies para o crescimento de fungos, incluindo espécies de cogumelos comestíveis como: *Auricularia delicata* (Mont. ex Fr.) Henn., *Favolus* sp., *Lentinus bertieri* (Fr.) Fr., *Panus lecomtei* (Fr.) Corner, *Panus strigellus* (Berk.) Overh., *Pleurotus* sp., *Schizophyllum* sp., entre outras espécies.

Os cogumelos comestíveis são um importante alimento nutracêutico, apresentando uma grande eficácia suplementar, além de produzirem vários compostos naturais bioativos que são extraídos e utilizados como fármacos, sendo também produzidos quimicamente pela indústria farmacêutica (KHAN; TANIA, 2012). Muitas espécies de cogumelos promovem importantes benefícios à saúde devido sua composição nutricional apresentando grandes teores de proteína, aminoácidos e vitaminas (AKINDAHUNSI; OYETAYO, 2006).

Uma das mudanças na sociedade moderna é a redução do consumo de carnes, considerando aspectos de saúde e sustentabilidade (MONTES et al., 2021), levando a um grande aumento da procura

por alimentos alternativos, como os cogumelos comestíveis, por consumidores vegetarianos e veganos. Nesse quesito, os cogumelos são considerados um “superalimento” devido ao seu conteúdo nutricional e podem ser recomendados como um valioso constituinte na dieta diária como uma alternativa de proteínas à carne (SGANZERLA et al., 2022; GRAND VIEW RESEARCH, 2022). Isso porque os cogumelos são fontes dos nove aminoácidos essenciais: fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina (YUWA-AMORNPITAK et al., 2020).

Acreditamos que além dos produtos vegetais e animais que as SAFs do setor cacauero têm oferecido até o momento, os cogumelos poderão ser mais uma alternativa de renda a ser obtida pelo sistema, seja pela coleta ou pelo cultivo. Para tanto, conhecer as características nutricionais, como o perfil de aminoácidos é o primeiro passo. Deste modo, realizamos a análise do perfil de aminoácidos dos cogumelos: *A. delicata*, *S. commune* e um mix de *P. lecomtei* e *P. strigellus* encontrados em roças (antigas e recém formadas) de cacau e matas adjacentes a estes cultivos, na região Sudoeste do Pará.

2. Material e métodos

Os locais onde os espécimes foram coletados estão localizados no sudoeste paraense (Altamira, Brasil Novo e Medicilândia). Estas regiões são reconhecidas pelo cultivo de cacau, além de outras culturas anuais como a banana, mandioca, arroz, milho, feijão, açaí, entre outras (MORAES et al., 2005). Estes plantios de cacau apresentam idade média de um, dois, cinco, sete e a mais antiga com vinte e um anos, sendo lavouras recém formadas, compostas pela plantação do cacau e outras culturas anuais, e as mais antigas são formadas com uma ampla variedade de árvores junto a estas lavouras. Estes plantios apresentam matéria orgânica como galhos, troncos e folhagens tornando-se ambientes propícios ao crescimento de espécies de macrofungos. Além destas lavouras também foram realizadas coletas em matas adjacentes a estes cultivos, por ser florestas de entorno, são ambientes ricos em substrato para o crescimento de diversos cogumelos.

O material foi coletado seguindo o Guia de coletas para cogumelos (VARGAS-ISLA et al., 2019) e transportado em sacos plásticos para o Laboratório de Botânica da Faculdade de Ciências Biológicas (UFPA), onde foram desidratados ao sol, quando possível em desidratadora de 40 °C a 60 °C, em seguida pesadas 100 gramas em balança e armazenadas para análise do perfil de aminoácidos. As amostras desidratadas foram enviadas para o Laboratório Eurofins do Brasil Análises de alimentos Ltda onde foi realizado os perfis de aminoácidos das amostras de *A. delicata*, *S. commune* e um mix de *P. lecomtei* e *P. strigellus*. Seguindo os métodos de referências Association of Official Analytical Chemists 982.30 mod. Parâmetro(s): Alanina 0,01%, arginina 0,05 %, ácido aspártico 0,02%, ácido glutâmico 0,02%, glicina 0,01%, histidina 0,01%, isoleucina 0,02%, leucina 0,02%, fenilalanina 0,03%, prolina 0,05%, serina 0,01%, treonina 0,02%, lisina total 0,01%, tirosina 0,04%, valina 0,02%. AOAC 994. 12 mod. Parâmetro(s): Cistina 0,01%, metionina 0,01 %. AOAC 988.15 mod. Parâmetro(s): Triptofano 0,01 %.

As espécies foram identificadas com base em observações de caracteres macro morfológicas como a cor e morfologia dos basidiomas, e micro morfológicas seguindo literaturas especializadas de cada uma das espécies estudadas: Cheng e Tu (1978) para a identificação de *A. delicata*, Vargas-Isla et al. (2015) para *P. strigellus* e *P. lecomtei* e Linder (1933) para *S. commune*. As espécies *P. lecomtei* e *P. strigellus* foram analisadas conjuntamente em um mix pela semelhança e impossibilidade de distinguir macroscopicamente. Na Figura 1 estão ilustrados espécimes analisados.



Fig.1 Cogumelos comestíveis coletados. A) *Auricularia delicata*; B e C) *Panus lecomtei* e *Panus strigellus*; D) *Schizophyllum commune*.

3. Resultados e discussão

Através dos métodos utilizados para determinar os aminoácidos neste estudo, foram encontrados 19 aminoácidos, sendo nove essenciais e dez não essenciais nas amostras de *A. delicada*, *S. commune* e no mix de *P. lecomtei* e *P. strigellus*. Os aminoácidos essenciais que apresentaram maior quantidade foram a valina, seguido de leucina e lisina. Já os aminoácidos não essenciais que foram encontrados em maiores quantidades foram os ácidos glutâmico e aspárticos seguidos de alanina. Figura 1.

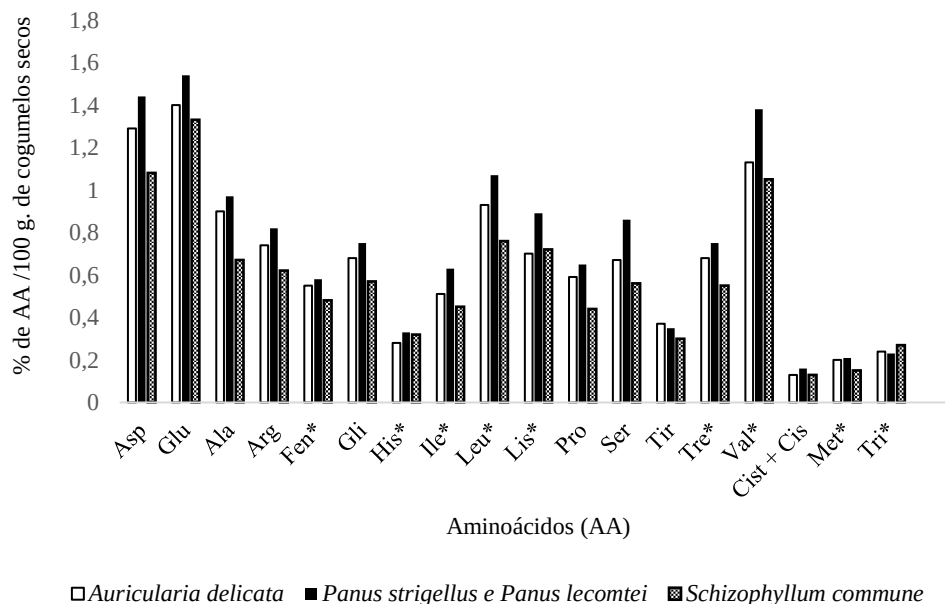


Figura 1. Perfil de aminoácidos detectados em *Auricularia delicata*, *Schizophyllum commune* e um mix de *Panus strigellus* e *Panus lecomtei*, coletado em plantios de cacau e em matas adjacentes. (*) Aminoácidos essenciais.

O ácido glutâmico foi encontrado em maior quantidade em todas as amostras seguido do ácido aspártico e valina, concordante com o relato de Bach et al., (2017) que avaliaram nove espécies de cogumelos comestíveis: *Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach (Champignon e Portobello), *A. brasiliensis* (Murrill) ss. Wasser, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, *P. djamor*, *P. eryngii* (DC.) Quél., *P. ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. (ostra branca e ostra preta), oito destas adquiridos em um mercado local de Curitiba, estado do Paraná, e uma fornecida por um produtor de cogumelos de Piedade, estado de São Paulo. Neste estudo os ácidos glutâmico e aspártico foram os proeminentes em todos os cogumelos.

Yuwa-Amornpitak et al. (2020) descreveram também que em 22 espécies de cogumelos silvestres que são consumidas pela comunidade de Nasrinual, Maha Sarakham, Tailândia, foram encontrados 15 tipos de aminoácidos, sendo oito deles aminoácidos essenciais e sete aminoácidos não essenciais, destes o ácido glutâmico e a valina foram os aminoácidos encontrados em maior quantidade nos cogumelos nativos.

Os aminoácidos desempenham um papel fundamental no metabolismo do corpo humano e está intimamente relacionado a processos biológicos fundamentais, pois são responsáveis por regular todos os processos que ocorrem dentro do corpo humano. Como exemplo: a arginina, lisina, metionina são imunossupressores e ajudam pessoas com defesas baixas, isto está relacionado a vegetarianos e pacientes com doenças crônicas do fígado ou rins, pois são um grupo com alto risco de deficiência de aminoácidos (MORALES et al., 2017).

Neste sentido, os cogumelos comestíveis podem ser um importante alimento de grandes benefícios para a saúde, visto que são ricos em proteínas, vitaminas e minerais e baixos níveis de calorias e gorduras (AKINDAHUNSI; OYETAYO, 2006; YUWA-AMORNPITAK et al., 2020; KHAN; TANIA, 2012).

Por serem ricos em proteínas, constituem uma fonte de diversos aminoácidos, sendo encontrados todos tipos de aminoácidos essenciais nestes fungos, tais como: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Destes, três são mais abundantes em cogumelos, como a leucina, treonina e valina (YUWA-AMORNPITAK et al., 2020).

A espécie *A. delicata* é utilizada atualmente em diversos países como um alimento saboroso e com alto teor de proteínas, carboidratos e minerais. Em Manipur na Índia este cogumelo é chamado de “Uchina”. Crescem em madeira fresca ou troncos em decomposição ou troncos de árvores. Já foi comprovada que esta espécie apresenta atividade antimicrobiana e pode ser usada contra a diarreia (WANGKHEIRAKPAM et al., 2018). O componente bioativo de *A. delicata* pode servir como um novo agente terapêutico e uma alternativa a novos antibióticos, sendo de grande importância para reduzir a resistência aos antibióticos comuns (WANGKHEIRAKPAM et al., 2018; KHURENA et al., 2020).

Na América do Sul, o consumo de *P. lecomtei* pela população Yanomami foi relatado no Brasil por Fidalgo e Prance (1976) e Prance (1984) como *Panus rudis*; e pela população Uitoto, Muinane e Andoke na Colômbia (VASCO-PALACIOS et al. 2008 como *L. strigosus*). A espécie *P. strigellus* possui características macroscópicas semelhantes às de *P. lecomtei*. Os povos Yanomami da região de Awaris, consomem ambas espécies e as chamam de “Siokoni amo” (SANUMA et al., 2016). Através de estudos macro morfológicos, análises moleculares e testes de cruzamento biológico de *P. strigellus* e *P. lecomtei*, Vargas-Isla et al., (2015) descreveram as diferenças em relação a estas espécies simpátricas e demonstraram que estas espécies são reprodutivamente incompatíveis uma com a outra em teste de cruzamento.

De acordo com Pegler (1983) *P. lecomtei* é caracterizado por um píleo uniforme e densamente viloso a hispido-tomentoso com um estipe excêntrico a lateral ou mais raramente central, e abundante a metulóides ocasionais em ambos os lados e bordas das lamelas. Em contraste, *P. strigellus* é caracterizado por um píleo glabrescente com esquamulas de espinulose-esquarrose espalhados, um estipe frequentemente fixado centralmente ao píleo e a presença de gloeocistídios fusiformes alongados nas bordas e às vezes nas laterais das lamelas. No estudo realizado por Vargas-Isla et al., (2015) a

espécie *P. strigellus*, das coleções amazônicas, apresentam gloeocistídios que variam de forma cilíndrica a clavada e com parede moderadamente espessada presente nas bordas e nas laterais das lamelas, além do típico fusiforme alongado; gloeocistídios são ocasionalmente circundados por hifas estreitas como nos metulóides de *P. lecomtei*; a superfície do píleo é vilosa a hispida, como em *P. lecomtei*, pelo menos quando jovem, e permanece assim em torno da margem até tarde (no píleo velho a superfície torna-se glabrescente com escámulas espalhadas como descrito por Pegler (1983)) em *P. strigellus*.

Além destas espécies, *Schizophyllum commune* também é um cogumelo comestível comum e amplamente distribuído, crescendo em madeira em decomposição nas estações de chuva. Conhecido na língua inglesa como “Split gill” que significa “lamelas divididas” ou “brânquias divididas” é consumida como alimento e medicinal em países no sul da Ásia em países como Tailândia, Taiwan, Malásia, Vietnã, sul da China e noroeste da Índia (SINGH et al., 2021). Na Índia, estado de Manipur, *S. commune* é chamado de “Kanglaen” e é um dos ingredientes favoritos para uma panqueca estilo Manipuri chamado “Paaknam” (SINGH et al., 2021). Já no estado de Mizoram do mesmo país, a espécie é conhecida como “Pasi” (LALRINAWMI et al., 2017). No Brasil, até o momento não encontramos publicações com o relatado de consumo desta espécie.

Um outro fator a ser considerado é que os principais cogumelos cultivados no Brasil como *A. bisporus*, *L. edodes*, *Pleurotus* spp. (ISHIKAWA et al., 2017) são cultivados em temperaturas média de 25 °C, o que exige o gasto de energia elétrica principalmente no verão para o resfriamento dos locais de cultivo, prejudicando a sustentabilidade do seu cultivo. Já as quatro espécies analisadas neste trabalho apresentam crescimento *in situ* em temperaturas mais altas CHENG; TU (1978) para *Auricularia* spp.; SINGH et al. (2021) para *Schizophyllum commune*; VARGAS-ISLA; ISHIKAWA (2008) e ISHIKAWA (2022) comunicação pessoal para *Panus strigellus* e *P. lecomtei*. A região de coletas deste estudo apresenta temperatura anual média de 25,7 °C a 27,1 °C, durante o verão podem chegar até 37 °C (BLIND e SILVA FILHO, 2015; SANTOS et al., 2021).

Panus strigellus e *P. lecomtei* são consideradas espécie de altas temperaturas (termófilos), uma vez que os isolados apresentam crescimento micelial a temperatura de 25°C até 45 °C, sendo que 35°C e 40°C são temperaturas ótimas para o crescimento micelial destas espécies (VARGAS-ISLA; ISHIKAWA, 2008). As temperaturas de cultivo indicadas para *Auricularia* spp. (CHENG; TU, 1978) e *S. commune* é em torno de 28 °C (SINGH et al., 2021). Estes cogumelos por se desenvolverem em temperaturas mais elevadas apresentam maior potencial de cultivo para a região norte, pois estão localizadas na faixa equatorial e caracteriza-se pelas altas temperaturas e seus elevados volumes pluviométricos (SANTOS et al., 2021).

Os plantios de cacau deste estudo constituem um ambiente favorável para o crescimento de cogumelos de importância econômica. Embora não tenha sido coletado em troncos de cacau, as

diferentes espécies arbóreas que estão junto a estas lavouras e as matas de entorno compõem matéria orgânica essenciais para crescimento dos cogumelos. Neste sentido, os cogumelos dessas regiões podem ser uma alternativa sustentável de alimento para as populações locais, visto que são ricos em aminoácidos, apresentando uma alternativa de fonte de renda além do cultivo de cacau para esta região.

O presente estudo é um incentivo para que o setor da fungicultura do Brasil volte os olhares para o cultivo de cogumelos nativos e adaptados as condições climáticas de cada local, assim como, para que os produtores de cacau despertem o interesse para incrementar a renda nas culturas de cacau com a coleta e/ou cultivo de cogumelos comestíveis.

4. Conclusão

Os cogumelos comestíveis *A. delicata*, *S. commune* e o mix de *P. lecomtei* e *P. strigellus* coletados em trocos e galhos de árvores em decomposição em região cacauzeira do sudoeste do Pará, Brasil apresentam os 19 aminoácidos, entre eles os nove aminoácidos essenciais para os seres humanos. Valina, leucina e lisina são os aminoácidos essenciais mais abundantes para as três amostras analisadas. Já o ácido glutâmico, o ácido aspártico e a alanina são os aminoácidos não essenciais com maior porcentagem. O presente estudo demonstra que os cogumelos estudados são boas fontes de aminoácidos para a dieta alimentar humana, com potencial para suprir necessidades proteicas, e para geração de renda de populações locais.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa Uso Sustentável do Instituto Humanize pela bolsa de estudo do primeiro autor. À FAPEAM- Fundação de Amparo a pesquisas do estado do Amazonas. Aos Laboratórios de Fitopatologia Agrícola e Florestal (LABFITO) da Faculdade de Ciências Agrônômicas; BIOTEC; Laboratório Cogumelos da Amazônia/CENBAM/INPA; Herbário HATM da Faculdade de Ciências Biológicas (UFPA), Campus de Altamira e Herbário INPA.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências bibliográficas

- ABRAHÃO, M. C. et al. Poliporóides (Basidiomycota) em fragmentos de mata no perímetro urbano de São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v. 32, n. 3, p. 427-440, jul. - set., 2009.
- AKINDAHUNSI, A. A.; Oyetayo, F. L. Nutrient and antinutrient distribution of edible mushroom, *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer. **Lebensmittel-Wissenschaft+Technologie**, v. 39, n. 5, p. 548-553, 2006.
- BACH, F. et al. Edible mushrooms: a potential source of essential amino acids, glucans and minerals. **Institute of Food Science and Technology**, v. 52, p. 2382-2392, 2017.
- BLIND, A. D.; FILHO, D. F. S. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia. *Revista Agroambiente*, v. 9, n. 2, p. 143-151, 2015.
- CHENG, S.; TU, C. C. *Auricularia* spp. (cap. 28). Em: **The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms**. Chang, S. T.; Hayes, W. A. (ed.). New York, Academia Press, Inc., pp. 605-625, 1978.
- FIDALGO, O.; PRANCE, G. T. The ethnomycology of the Sanama indians. **Mycologia**, v. 68, n. 1, p. 201-210, 1976.
- GRAND VIEW RESEARCH. **Mushroom Market Size, Share & amp; Trends Analysis Report By Product (Button, Shiitake, Oyster), By Form, By Distribution Channel, By Application (Food, Pharmaceuticals, Cosmetics), By Region, And Segment Forecasts, 2022-2030**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.marketresearch.com/Grand-View-Research-v4060/Mushroom-Size-Share-Trends-Product-31035728/>. Acesso:08/07/2022
- ISHIKAWA, N. K. et al. Principais cogumelos comestíveis cultivados e nativos do estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 1-7, 2017.
- KHAN, M. A.; TANIA, M. Nutritional and medicinal importance of *Pleurotus* mushrooms: An Overview. **Food Reviews International**, v. 28, p. 313-329, 2012.
- KHURENA, F. K. et al. Bioactive analysis of *Auricularia Delicata*: Extraction, Purification, and Characterization of Polysaccharides from *auricularia delicata* - Morocco Forest. **IJAED Journal of Organic Chemistry**, v. 1, p. 3, 2020.
- LALRINAWMI, H. et al. Edible mushrooms of Mizoram. **Science Vision**, v. 17, n. 3, p. 172-181, 2017.
- MAIA, L. C. et al. Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1033-1045, 2015.
- MONTES, A. P. et al. Edible mushrooms as a novel trend in the development of healthier meat products. **Current Opinion in Food Science**, v. 37, p. 118-124, 2021.

MORAES, B. C. et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 2, p. 207 – 214, 2005.

MORALES, J. P. Z. et al. Los Aminoácidos en el cuerpo humano. **Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento**, v. 1, n. 5, p. 379-391, 2017.

MÜLLER, M. W.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Sistemas Agroflorestais com Cacaueiro. In: Vale, R. R. (Ed.) **Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro. CEPLAC/CEPEC**, pp. 246-271, 2012.

PEGLER, DN. The genus *Lentinus*: a world monograph. **Kew Bulletin Additonal Series**, v. 10, p. 1-273.

PRANCE, G. T. The use of edible fungi by Amazonian Indians. In: PRANCE, G. T.; KALLUNKI, J. A. (Ed.). **Ethnobotany in the Neotropics**. Advances in Economic Botany, v. 1, p. 127-139, 1984.

SANTOS, T. O. et al. Caracterização e variabilidade climática baseada em séries de temperatura e precipitação nos municípios de Manaus (AM) e Belém (PA). **ENTRELUGAR**, V. 13, n. 24, 2021.

SANUMA, O. I. et al. Sanöma samakönö sama tökö nii pewö oa wi ã tökö waheta: Ana amopö= **Enciclopédia dos alimentos yanomami (Sanöma): cogumelos**. 2016.

SINGH, S. et al. Characterization and development of cultivation technology of wild split gill *Schizophyllum commune* mushroom in India. **Scientia Horticulturae**, v. 289, p. 110399, 2021.

SGANZERLA, W. G. et al. Research Trends in the Study of Edible Mushrooms: Nutritional Properties and Health Benefits. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 24, n. 5, p. 1–18, 2022.

VASCO-PALACIOS, A. M.; SUAIZA, S. C.; CASTAÑO-BETANCUR, M.; FRANCO-MOLANO, A. E. Conocimiento etnoecológico de los hongos entre los indígenas Uitoto, Muinane y Andoke de la Amazonía Colombiana. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 17-30, 2008.

VARGAS-ISLA, R., ISHIKAWA N.K. Optimal conditions of in vitro mycelial growth of *Lentinus strigosus*, an edible mushroom isolated in the Brazilian Amazon. **Mycoscience**, v. 49, p. 215-219, 2008.

VARGAS-ISLA, R. et al. Relationship between *Panus lecomtei* and *P. strigellus* inferred from their morphological, molecular and biological characteristics. **Mycoscience**, v. 56, p. 561-571, 2015.

VENTURIERI, A. et al. The sustainable expansion of the cocoa crop in the state of Pará and its contribution to altered areas recovery and fire reduction. **Journal of Geographic Information System**, v. 14, p. 294-313, 2022.

WANGKHEIRAKPAM, S. D. et al. Hepatoprotective effect of *Auricularia delicata* (Agaricomycetes) from India in Rats: Biochemical and Histopathological Studies and Antimicrobial Activity. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 20, n. 3, p. 213–225, 2018.

YUWA-AMORNPITAK, T. et al. Aminoacids and antioxidant activities of extracts from wild edible mushrooms from a community forest in the Nasrinual District, Maha Sarakham, Thailand. **Food Science Technology**, Campinas, v. 40, n. 3, p. 712-720, July-Sep, 2020.

Capítulo 3

Três espécies de *Schizophyllum* Fr. (Agaricales, Fungi) na Amazônia do sudoeste do Pará: *S. leprieurii*, *S. aff. radiatum* e *S. umbrinum*

Este capítulo está formatado nas normas de publicação de artigo científico para a revista Biota Amazônia Open Journal System, disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/index>

Três espécies de *Schizophyllum* Fr. (Agaricales, Fungi) na Amazônia do sudoeste do Pará: *S. leprieuri*, *S. aff. radiatum* e *S. umbrinum*

Three species of *Schizophyllum* Fr. (Agaricales, Fungi) in the Amazon of southwestern Pará: *S. leprieuri*, *S. aff. radiatum* and *S. umbrinum*

Ruthe de Jesus Santos Dalman¹, Noemia Kazue Ishikawa², Isadora Fernandes de França³,
Jadson José Souza de Oliveira⁴, Ruby Vargas-Isla⁵, Tiara Sousa Cabral⁵

1. Mestranda na Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, Universidade Federal do Pará, Rua Coronel José Porfírio, 2515, Esplanada do Xingu, Altamira, Pará, Brasil. CEP: 68372-040. E-mail: rutheerayran@gmail.com.

2. Bióloga, Doutora em Recursos Naturais e pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69067-375. E-mail: noemia@inpa.gov.br

3. Bióloga, Dr., Professora da Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Rua Coronel José Porfírio, 2515, Esplanada do Xingu, Altamira, Pará, Brasil. CEP: 68372-040. E-mail: isadorafranc@ufpa.br.

4. Coordenação de Biodiversidade (COBIO) e Divisão do Curso de Pós-graduação em Botânica (DIBOT), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Av. André Araújo 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69011-970. E-mail: oliveira.j.j.s.86@gmail.com

5. Agrônoma, Mestre em Agricultura no Trópico Úmido e Doutora em Botânica no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus – INPA, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69067-375. E-mail: rubyvar9@gmail.com

6. Departamento de Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000- Coroado I- Campus Universitário-Senador Arthur Virgílio Filho - Setor Sul, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69077- 000. E-mail: ttiara@gmail.com

RESUMO. Os fungos do gênero *Schizophyllum* (Agaricales, Basidiomycota) podem ser reconhecidos pela presença do himênio com lamelas divididas longitudinalmente em duas partes. No entanto, faltam estudos taxonômicos e sistemáticos mais elaborados para a delimitação das espécies. Assim, o presente estudo tem como objetivo descrever espécies de *Schizophyllum* coletadas na Amazônia brasileira, por meio de análises taxonômicas e filogenéticas, realizadas a partir de caracteres macro e micromorfológico e dados de sequência ITS em 33 espécimes, bem como ampliar a distribuição geográfica destes táxons. Como resultados obtidos, são descritas três espécies de *Schizophyllum* para as áreas amostradas na Amazônia: *Schizophyllum* aff. *radiatum*, *S. leprieurii* Linder e *S. umbrinum* Berk. As espécies deste grupo apresentam caracteres macro morfológicos altamente variáveis ou também muito semelhantes com sobreposição; tornando difícil a separação dos táxons, pelo menos de *S. commune* vs. *S. radiatum* vs. *S. aff. radiatum*. Desta forma, é necessária uma revisão

taxonômica nestas espécies para elucidar se os nomes atribuídos para cada táxon em ambos os clados incluem uma ou mais espécies crípticas.

Palavras-chave: Schizophyllaceae, lamelas divididas, taxonomia, filogenia, floresta amazônica.

ABSTRACT. Three species of *Schizophyllum* Fr. (Agaricales, Fungi) in the Amazon of southwestern Pará: *S. lepriuri*, *S. aff. radiatum* and *S. umbrinum*. The fungi of the genus *Schizophyllum* (Agaricales, Basidiomycota) can be recognized by the presence of the hymenium with lamellae divided longitudinally into two parts. However, more elaborate taxonomic and systematic studies are lacking to adequately describe the species of this genus. Thus, the present study aims to describe *Schizophyllum* species collected in the Brazilian Amazon, by means of taxonomic and phylogenetic analyses, carried out from macro and micromorphological characters and ITS sequence data in 33 specimens, as well as to expand the geographic distribution of these taxa. As results, three species of *Schizophyllum* are described for the areas sampled in the Amazon: *Schizophyllum* aff. *radiatum*, *Schizophyllum lepriurii* Linder and *Schizophyllum umbrinum* Berk. The species of this group present highly variable or very similar macromorphological characters with much overlap; making it difficult to separate taxa, at least from *S. commune* vs. *S. radiatum* vs. *S. radiatum*. Therefore, a taxonomic review of these species is needed to elucidate whether the names assigned to each taxon in both clades include one or more cryptic species.

Keywords: Schizophyllaceae, split lamellae, taxonomy, phylogeny, amazon rainforest.

1. Introdução

Os fungos do gênero *Schizophyllum* Fr. possuem basidiomas com píleo flabeliforme, conchado, dimidiado ou espatulado; com margens lobadas ou dentadas e superfície lanosa ou estrigosa; de consistência seca e semelhante a couro (LINDER, 1933; CARREÑO-RUZ et al. 2019). Podem ser reconhecidos pela presença do himênio com lamelas divididas longitudinalmente em duas partes (do grego *σχίζω* [schizo] = partido, e do latim *phyllum* = lamela) (COOKE, 1961, CARREÑO-RUIZ, 2019). Atualmente, pertencem à família Schizophyllaceae Quél. (Agaricales, Agaricomycetes; Basidiomycota), juntamente com os gêneros *Auriculariopsis* Maire e *Porodisculus* Murrill (WIJAYAWANDANE et al., 2022) formando um grupo monofilético (MATHENY et al., 2006).

Schizophyllum commune é a espécie tipo e a mais comum, sendo um cogumelo comestível amplamente distribuído, encontrado naturalmente em madeiras em decomposição durante a estação chuvosa (SINGH et al, 2021). Este também é estudado por suas aplicações biotecnológicas e para produção de metabólitos com propriedades medicinais, além de ter sido relatado como causador de infecções, em humanos e outros mamíferos (SIQUEIRA et al., 2016).

As principais contribuições taxonômicas para o grupo foram as revisões de Linder (1933) e Cooke (1961) as quais incluíram as espécies: *Schizophyllum brasiliense* WB Cooke; *S. breviamellatum* Linder; *S. commune* Fr.; *S. fasciatum* Pat.; *S. lepriuri* Linder; *S. palmatum* Jungh. ex. WB Cooke; *S. radiatum* Fr.; e *S. umbrinum* Berk. Nakasone (1996) propôs a combinação de *Auriculariopsis ampla* (Lév.) Maire em *Schizophyllum amplum* (Lév.) Nakasone, após realizar estudos morfológicos e moleculares que mostraram que este táxon estava relacionado com *S. commune*. Esta é a única espécie que possui himenóforo liso. Segundo WIJAYAWANDANE et al. (2022) atualmente são reconhecidas seis espécies para o gênero.

No entanto, faltam estudos taxonômicos e sistemáticos mais elaborados para as espécies deste gênero (ROBLEDO et al., 2014). Assim, o registro de espécies de *Schizophyllum*, através de novas coletas e estudos morfológicos e moleculares de regiões com grande biodiversidade, são muito importantes para gerar novas informações para compreensão, conservação e uso dessas espécies. Assim, este estudo tem como objetivo realizar análise morfológica e molecular de espécies de *Schizophyllum* coletadas na Amazônia Brasileira, bem como ampliar a distribuição geográfica destes táxons.

2. Material e métodos

Estudo macro e micromorfológico

As coletas dos espécimes de *Schizophyllum* foram realizadas entre novembro/2020 a novembro/2021, em propriedades de agricultores dos municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia, no sudoeste do estado do Pará. (Figura 1). Também foram analisados espécimes de *Schizophyllum*, coletados em Augusto Corrêa (PA), Manaus (AM) e Caracarái (RR), que estavam depositados no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM, Brasil.

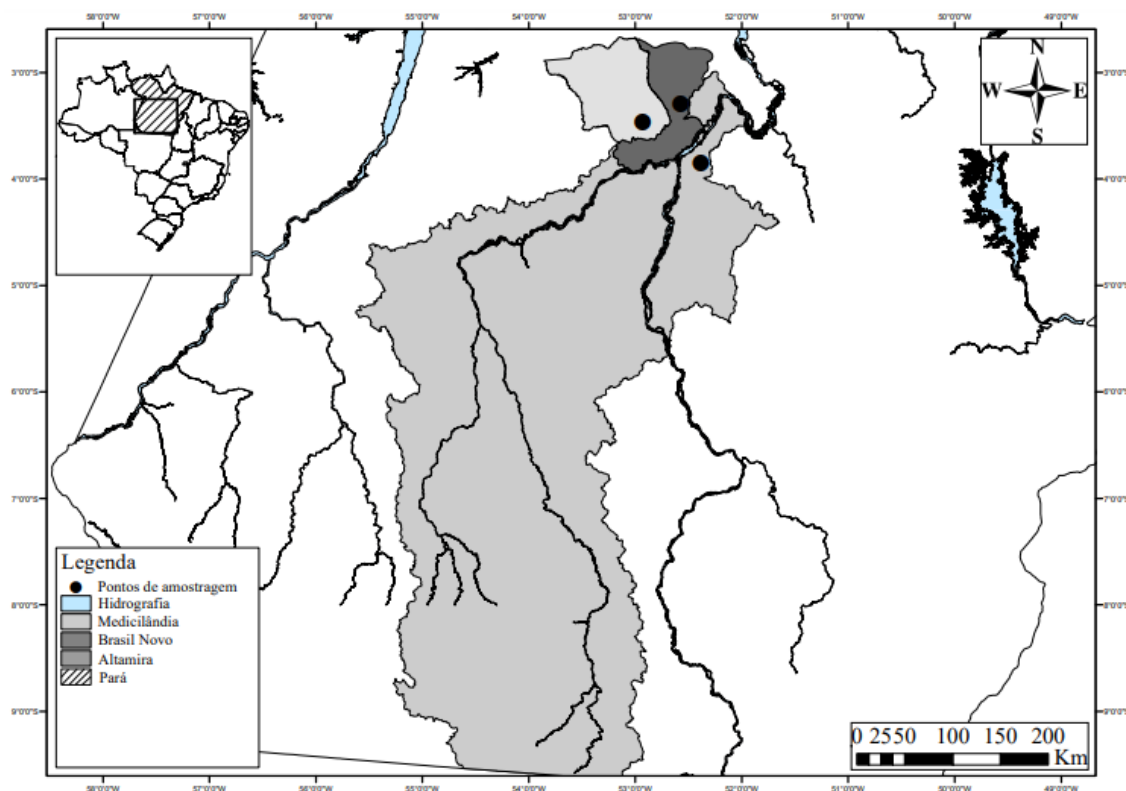


Figura 1 Mapa mostrando os Municípios da região sudoeste do Pará e os respectivos pontos de amostragem deste estudo.

Figure 1 Map showing the municipalities in the southwest region of Pará and the respective sampling points of this study.

Os basidiomas foram coletados seguindo o guia de coletas para cogumelos (VARGAS-ISLA et al. 2019) e as exsiccatas serão depositadas no Herbário do INPA, com duplicatas incorporadas também no Herbário Padre José Maria de Albuquerque (HATM), da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Altamira.

A identificação dos espécimes foi realizada através de observações macroscópica dos basidiomas frescos e microscópicas do material seco. A codificação por cores seguiu Küppers (2002). Para observações das microestruturas, seguiu-se Oliveira et al. (2019). Para as análises e medições das estruturas, foram realizados cortes a mão livre dos basidiomas e imerso em álcool 70% para reidratação e montados em lâminas com gotas de solução de KOH 5% ou em reagente de Melzer.

Extração de DNA

Para a extração de DNA genômico, foram utilizados fragmentos dos basidiomas secos das amostras coletadas, seguindo o protocolo de extração CTAB modificado de Ferreira & Grattapaglia (1998). O fragmento de basidioma foi macerado em 150 µL de solução CTAB (CTAB, NaCl 5M, Tris-HCl 1M, EDTA 500mM, β-mercaptoetanol) com micropistilo, e então incubados a 65 °C por 30 min. Posteriormente, foi adicionado 150 µL de clorofórmio/álcool isoamilico (24:1) e centrifugado a 15000 rpm por 15 min. Foi retirado 50 µL do sobrenadante para um novo tubo e adicionado 150 µL de isopropanol e armazenado a 4 °C por 24 horas. Para a precipitação do DNA, o tubo foi centrifugado a 15000 rpm por 15 min. O DNA foi lavado com etanol 70% e o procedimento repetido com etanol 90% e deixado para secar. O precipitado foi ressuspensionado em 20 µL de tampão TE (Tris-HCL 1 mM pH 8, EDTA 0,1 M).

Escolha dos primers para amplificação por PCR

Para amplificação de sequências utilizadas na análise filogenética, foram utilizados os primers: ITS1-ITS4 (WHITE et al., 1990) que amplificam a região espaçadora interna transcrita e região 5.8S, e LROR-LR5 (VILGALYS & HESTER, 1990) para amplificação da região 28S do rRNA. Os primers utilizados para amplificação foram os mesmos utilizados para sequenciamento. As sequências de cada primer estão na Tabela 1.

Tabela 1 Programas de amplificação para cada região.

Table 1 Amplification programs for each region.

Região Ciclo	Desnaturação inicial	Ciclagem	Extensão Final
28S	95°C por 5'	30x [1' a 94°C; 30'' a 45°C; 2' a 72°C]	5' a 72°C
ITS	94°C por 1'	35x [1' a 95°C; 1' a 55°C; 1' a 72°C]	10' a 72°C

Reações de PCR

As amplificações em PCR foram feitas conforme as instruções dos fornecedores das enzimas, considerando as características específicas de temperatura de anelamento para os primers escolhidos. Os programas seguidos para cada primer estão especificados na Tabela 1. As reações foram feitas com volume final de 20µl, contendo tampão 10x de PCR com MgCl₂, desoxirribonucleotídeos fosfatados (dNTP), primers *foward* e *reverse* a 10 pmol, solução de DNA a 25ng/µl, *Taq* DNA Polimerase a 5 U/µl, completando com água para o volume final.

Para visualização do amplificado, 3µl da amostra misturados à 5µl de tampão de corrida (glicerol e Bromofenol Blue) foram depositados em gel de agarose a 1,5% corado com brometo de etídeo, visualizado sob luz ultravioleta.

Para a purificação de produtos de PCR, foi utilizada a enzima ExoSAP-IT (Affymetrix Inc.), seguindo as instruções fornecidas pelo fabricante. O sequenciamento dos amplificados em PCR foi feito em reação Sanger utilizando os kits de sequenciamento da Applied Biosystems ABI PRISM® BigDye™ Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit versão 3.1.

Análises filogenéticas

O conjunto de dados compreende nove sequências de espécimes coletados no presente estudo, além de 15 sequências derivadas do Genbank (Tabela 2). O processamento e edição das sequências obtidas foi feita com a utilização de softwares específicos na maioria disponíveis online. Para visualização do eletroferograma foi utilizado o Chromas Pro v. 1.5. Para montar a sequência consenso, o programa Sequencher foi utilizado, observando os parâmetros de qualidade das sequências.

Cada sequência consenso foi então submetida à busca por similaridade no GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), através da ferramenta BLAST (Basic Local Alignment Search Tool), para observar se as sequências geradas correspondem às regiões desejadas e para identificação molecular, através da similaridade com outras sequências depositadas. Sequências de LSU e ITS de espécies do gênero *Schizophyllum* foram retiradas do GenBank para as análises filogenéticas. As espécies utilizadas como grupo externo foram escolhidas baseadas em estudos anteriores (ROBLEDO et al., 2014; SAMMUT et al., 2019). Assim, tanto as sequências geradas, quanto as sequências retiradas do GenBank foram submetidas ao alinhamento para identificação de posições homólogas das bases, no programa Aliview (LARSSON, 2014), onde também foi realizada a edição manual do alinhamento.

O primeiro passo para construção das árvores filogenéticas foi escolha do modelo de substituição nucleotídica que melhor se aplica aos dados, que foi utilizado nos parâmetros de reconstrução. O MrModelTest (NYLANDER, 2004), uma versão modificada, foi utilizado para seleção do modelo para análise Bayesiana, pois apresenta o resultado em bloco de comando para o MrBayes.

As sequências foram concatenadas com o *script* concat.jar (SMITH & DUNN, 2008), após a escolha do modelo ter sido feita para cada gene em separado. Para construção das árvores, o programa MrBayes foi empregado para a análise Bayesiana (RONQUIST & HUELSENBECK, 2003), com os dados particionados correspondendo as regiões gênicas. A análise foi rodada utilizando a plataforma CIPRES Science Gateway (MILLER et al., 2010). No MrBayes, foram implementadas 2 milhões de gerações em duas corridas, com quatro cadeias cada. As árvores foram amostradas a cada 1.000 ciclos, com o quarto inicial descartado das análises (*burn in*=25%). Os valores de suporte foram obtidos pela distribuição das probabilidades posteriores (PP). Para visualização e edição dos dendogramas, foi utilizado o FigTree (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>).

Tabela 2 Lista de espécies, coleções, dados ecológicos e sequências utilizadas na análise filogenética com suas respectivas publicações.

Table 2 List of species, collections, ecological data and sequences used in the phylogenetic analysis with their respective publications.

Espécie		Local	Substrato	ITS(Genbank)	Publicação
<i>S. commune</i> 56473	FP	State College, Pennsylvania, U. S. A	Toco de <i>Carya</i> sp.	L43384	Nakasone (1996)
<i>S. commune</i> 101971	FP	Davis, California, U.S.A.	Galhos de <i>Paulownia</i> sp.	L43383	Nakasone (1996)
<i>S. commune</i> 30748	MUCL	Africa	<i>Saccharum officinarum</i>	LT217534	Siqueira et al (2016)
<i>S. commune</i> 476.64	CBS	USA	Desconhecido	LT217531	Siqueira et al (2016)
<i>S. fasciatum</i> CBS267.60		Nuevo Leon Prov., Mexico		L43385	Nakasone (1996)
<i>S. radiatum</i> 301.32	CBS	Panamá	Desconhecido	LT217537	Siqueira et al (2016)
<i>S. radiatum</i> UTHSCSA DI14-13		USA	Massa espinhal	LT217548	Siqueira et al (2016)
<i>S. radiatum</i> CCG016		México		MK585511	Carreño-Ruiz et al. (2019)
<i>S. amplum</i> 285.88	CBS	Utrecht, Netherlands	<i>Populus</i>	L43382	Nakasone (1996)
<i>S. amplum</i> 182.83	CBS	Zeeland, Netherlands	Galho de <i>Populus</i>	L43381	Nakasone (1996)
<i>S. cf. umbrinum</i> ROBLEDO 2478		Córdoba, Argentina	Galho caído de <i>Lithraea molleoides</i>	KM098067	Robledo et al (2014)
<i>S. umbrinum</i> MUCL 43017		USA	Desconhecido	LT217560	Siqueira et al (2016)
<i>S. umbrinum</i> CCG020		México		MK578041	Carreño-Ruiz et al. (2019)
<i>S. umbrinum</i> CCG019		México		MK578040	Carreño-Ruiz et al. (2019)
<i>S. leprieurii</i> ROBLEDO 1313		Salta, Argentina	Galho caído indeterminado	KM098065	Robledo et al (2014)
<i>S. leprieurii</i> RJS73		Altamira, Brasil	bainha de babaçu		Este estudo
<i>S. leprieurii</i> RJS93		Altamira, Brasil	Tronco de babaçu		Este estudo
<i>S. umbrinum</i> RJS72		Altamira, Brasil	Galhos de eudicotiledôneas		Este estudo
<i>S. umbrinum</i> RJS115		Brasil Novo, Brasil	Galhos de mogno africano		Este estudo
<i>S. aff. radiatum</i> RJS02		Altamira, Brasil	Tronco de eudicotiledôneas		Este estudo
<i>S. aff. radiatum</i> RJS05		Brasil Novo, Brasil	Tronco de eudicotiledôneas		Este estudo
<i>S. aff. radiatum</i> RJS08		Medicilândia, Brasil	Galhos de eudicotiledôneas		Este estudo

S. aff. <i>radiatum</i> RJS09	Medicilândia, Brasil	Tronco de eudicotiledôneas	Este estudo
S. aff. <i>radiatum</i> RJS11	Altamira, Brasil	Tronco de eudicotiledôneas	Este estudo

3. Resultados

Identificações morfológicas

Foram coletados 28 exemplares do gênero *Schizophyllum*, sendo 15 coletados no município de Altamira, quatro no município de Medicilândia e nove no município de Brasil Novo. Além disso, foram incluídos neste estudo duas amostras provenientes de Augusto Corrêa (PA), duas de Manaus (AM) e uma de Caracaraí (RR). Com base nas características morfológicas, foram identificadas três espécies: *S. aff. radiatum*, *S. leprieurii* e *S. umbrinum*.

Taxonomia

Schizophyllum aff. *radiatum* Fr., Nova Acta R. Soc. Scient. upsal., Ser. 3 1(1): 41 (1851) [1855] Figs. 1 e 2

Tipo: inexistente.

Basidioma: Píleo 4–63,3 mm de diâmetro, petaloide a flabeliforme, semicircular a orbicular, conchiforme a cifeloides, alguns orbiculares, convexo a mais frequentemente aplanado, ápice lateral a excêntrico ou centralmente aderido ao substrato, às vezes zonado, margem em geral radialmente estriada, ou plicada, ou mesmo sem dobras, simples a multiramificada em lobos flabeliformes amplos, incurvada, borda crenada ou fimbriada, coriáceo, contexto fino (< 1 mm), branco, superfície estrigosa a lanosa densa, seca, opaca, ápice ou dorso de aderência branco a cinza-claro (N10C00Y00) ou quase branco uniforme ou às vezes marrom-pálido ou rosado (N600Y50–70M60) ou castanho-claro (N600Y60–80M50) atingindo o disco médio e margem creme-amarronzado (N10Y20–30M10), ou com mais frequência uniformemente cinza-claro (N10C00Y00) ou zonado em diferentes tons de cinza (entre N10C00Y00 e N50C00Y00). Pseudolamelas bífidas, originárias no ponto de aderência, próximas, retas a subarqueadas, lisas, opacas, faces amarelo-pálidas (N00Y20–30M10), bege-rosadas (N00Y20–30M20) a marrom-pálidas (N30Y50–60M30) na região central, tornando-se branca, creme (N00Y10M00) ou cinza-esbranquiçada (N10Y00M00) em direção à margem, com bordas mais pálidas ou brancas, fimbriadas. Estipe ausente, aderência do píleo geralmente em forma de talo largo, com base densamente estrigosa ou pilosa, branca a creme.

Basidiósporos $4,5\text{--}10(-10,9) \times 1,6\text{--}3,8 \mu\text{m}$ [xmm = $5,6\text{--}7,2(-8,1) \times 2,4\text{--}3 \mu\text{m}$, xvm = $6,5 (\pm 0,6) \times 2,7 (\pm 0,2) \mu\text{m}$, Qvm = $2,2\text{--}3$, Qmm = $2,5 (\pm 0,2)$, n = 30, s = 22], oblongos curtos, cilíndrico-clavados, lisos, hialinos, parede fina, inamiloides. Basídios $16,2\text{--}22,8 \times 3\text{--}4,6 \mu\text{m}$, cilíndricos a cilíndrico-clavados, lisos, hialinos, 4-esterigmas, inamiloides. Basidiólos $12,3\text{--}23,1 \times 2,9\text{--}4,5 \mu\text{m}$, clavados a cilíndrico-clavados, lisos, hialinos, inamiloides. Pelos abhimeniais na forma de hifídios, $55,3\text{--}119,8 \times 4\text{--}7,5 \mu\text{m}$, elementos alongados com comprimento mensurável, cilíndricos a clavados, poucos com brotamento lateral ou tendendo a ramificar, outros poucos captados, lisos, hialinos, parede muito espessada, com grandes grampos de conexão. Trama da pseudolamela inamiloide, irregular a sub-regular, hifas cilíndricas, $2,3\text{--}6,7 \mu\text{m}$ de diâmetro, regulares a contorcidas, ou onduladas, hialinas a levemente foscas, lisas, parede fina a moderadamente espessada, com grampos de conexão grandes. Trama pilear inamiloide, irregular, hifas entrelaçadas, cilíndricas, $4,9\text{--}12,3 \mu\text{m}$ de

diâmetro, regulares a contorcidas ou levemente onduladas, lisas, hialinas a foscas, parede moderadamente a muito espessada. Superfície pilear em forma de tricoderme, composta por hifas no formato de pelos frouxos e soltos, densas, desorganizadas, unidas no hipodermio, septadas, regularmente lineares, lisas, acinzentado-fuliginosas quando densas, hialinas a foscas quando isoladas, parede espessada, inamiloides.

Hábito e substrato: pleurotoide, crescendo em galhos e troncos de eudicotiledonea morta.

Material examinado: BRASIL, Pará, Altamira, Assurini, 24.11.2020, R.J.S. Dalman RJS01, 26.11.2020, R.J.S. Dalman RJS02, R.J.S. Dalman RJS10, 18.02.2021, R.J.S. Dalman RJS03, R.J.S. Dalman RJS04, R.J.S. Dalman RJS11, R.J.S. Dalman RJS12, R.J.S. Dalman RJS13, 05.08.2021, R.J.S. Dalman & A.M. Dalman RJS91, Augusto Corrêa, Rodovia Bragança Km 12.2020, N.K. Ishikawa s.n., 02.12.2020, N.K. Ishikawa s.n., Medicilândia, BR 230/Km 80 norte, 02.03.2021, R.J.S. Dalman RJS08, R.J.S. Dalman RJS09, R.J.S. Dalman RJS18, R.J.S. Dalman RJS19, Brasil Novo, Vicinal da 16, 21.02.2021, R.J.S. Dalman RJS05, R.J.S. Dalman RJS06, R.J.S. Dalman RJS15, R.J.S. Dalman RJS16, R.J.S. Dalman RJS17, Amazonas, Novo Airão, Parque Nacional do Jaú, Parcela 03, J.J.S. Oliveira JO837, Manaus, Museu da Amazônia MUSA, 04.11.2020. N.K. Ishikawa, I. França, R.J.S. Dalman & J.J.S. Oliveira s.n.

Comentários: *Schizophyllum radiatum* foi originalmente descrita de espécime da Jamaica como *Agaricus radiatus* Sw. (SWARTZ, 1788). Devido a ilegitimidade do nome em *Agaricus*, Fries (1851) reestabeleceu a espécie já em *Schizophyllum*, citando uma coleção de Mirador, México (LINDER, 1933). Linder (1933) argumentou que as coleções tipo da Jamaica e do México felizmente são compatíveis na morfologia, especialmente nos basidiósporos e demais microestruturas. O autor afirma que *S. radiatum*, que é comum na região tropical e subtropical, tem duas fases de crescimento e que uma delas é muito parecida com *S. commune*, que é mais comum na América temperada e aparentemente raro nos trópicos. De acordo com Linder (1933), *S. radiatum* difere de *S. commune* por ter pelos abhimeniais mais curtos (3,2–4 µm) e juntas às pseudolamelas, com terminações de menos frequentemente incrustado (ou tipicamente lisos) e ocasionalmente bifurcada, enquanto *S. commune* possui pelos maiores (4,4–4,5 µm). Com base nisto e nas características dos pelos abhimeniais, o material examinado é mais compatível com *S. radiatum* (LINDER, 1933). Os espécimes da Amazônia examinado aqui concordam com as descrições de Linder (1933), com tamanho de basidiósporos englobando os por ele descritos, porém atingindo comprimentos maiores [$4,5-10(-10,9) \times 1,6-3,8$ µm vs. $4-6 \times (1,5-2-2,5)$ µm]. Já Cooke (1961) e Pegler (1983) consideram *S. radiatum* um sinônimo de *S. commune*.

Em trabalhos mais recentes incluindo dados moleculares (SIQUEIRA et al., 2016; CARREÑO-RUIZ et al., 2019) indicam sutil distinção filogenética, especialmente Siqueira et al. (2016) onde as espécies são resolvidas como irmãs com base em LSU, *ef1-α* e *rpb2*. Apenas Carreño-Ruz et al. (2019) apresenta morfologia de basidiomas que são compatíveis com o material aqui examinado, embora os basidiósporos medindo $4.3-6 \times 2-3$ µm. Como na árvore filogenética do presente estudo (Fig.2), os materiais examinados formam uma linhagem levemente distinta e independente de *S. radiatum* de Siqueira et al. (2016) e Carreño-Ruz et al. (2019), é adequado no momento a identificação temporária como *S. aff. radiatum*.



Figura 2 Macroscopia de *Schizophyllum* aff. *radiatum*. A) RJS05; B) RJS07; C) RJS08; D) RJS09; E) RJS13; F) RJS17; G) RJS18; H) RJS19.

Figure 2 Macroscopy of *Schizophyllum* aff. *radiatum*. A) RJS05; B) RJS07; C) RJS08; D) RJS09; E) RJS13; F) RJS17; G) RJS18; H) RJS19.

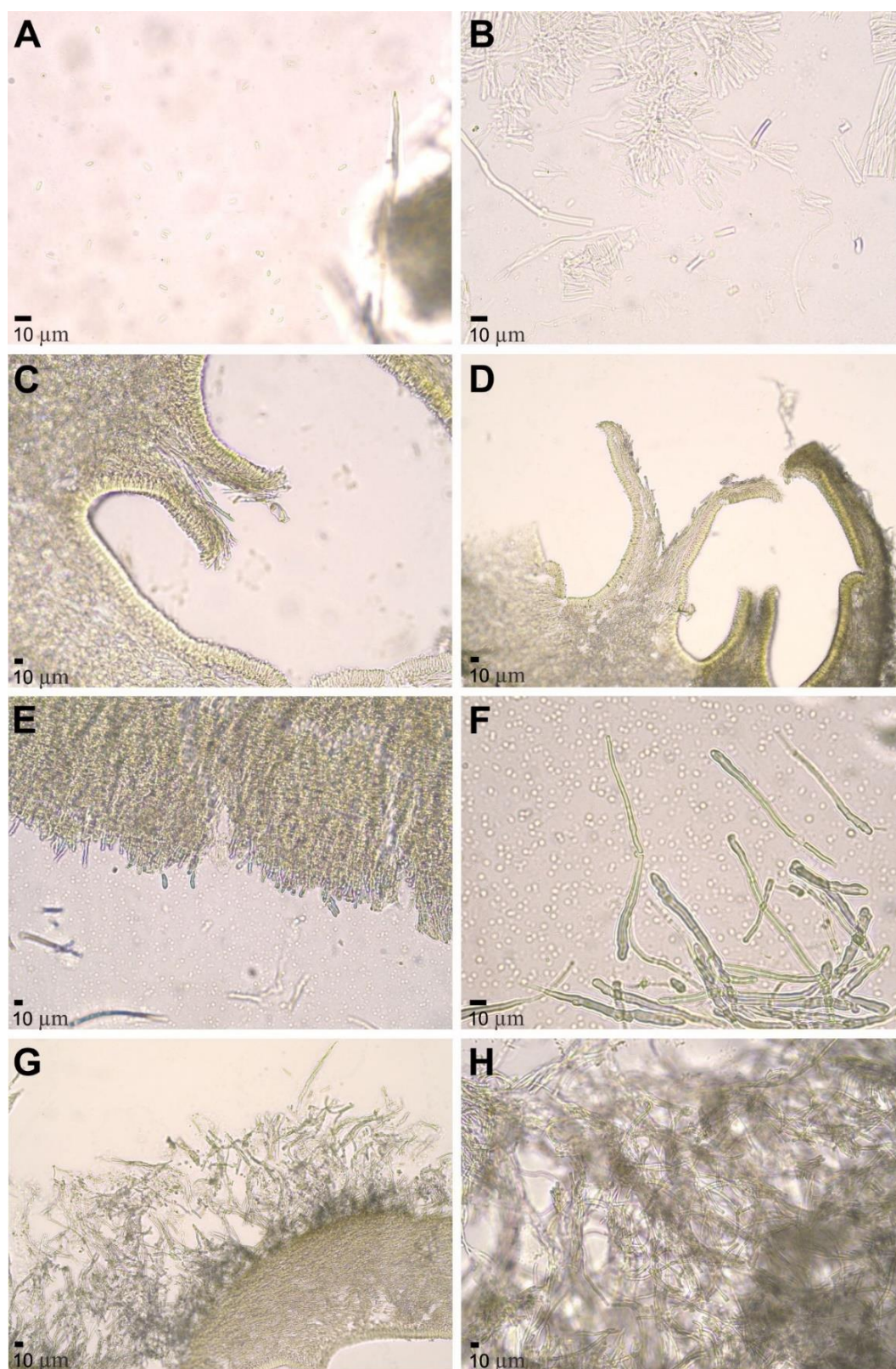


Figura 3 Microscopia de *Schizophyllum* aff. *radiatum* (RJS04). A) basidiósporos; B) basídios e basidiolos; C–D) bipartição da pseudolamela; E) borda da pseudolamela; F) pelos

abhymeniais de borda da pseudolamela; G) secção transversal de lobo pilear com superfície tricodérmica; H) hifas em forma de pelos da superfície pilear.

Figure 3 Microscopy of *Schizophyllum* aff. *radiatum* (RJS04). A) basidiospores; B) basidia and basidioles; C–D) bipartition of the pseudolamella; E) edge of the pseudolamella; F) abhymenial hairs on the edge of the pseudolamella; G) cross section of pilear lobe with trichodermic surface; H) hairy hyphae of the pilear surface.

Schizophyllum leprieurii Linder, Am. J. Bot. 20: 561 (1933) Figs. 3 e 4

Tipo: Guiana Francesa, *Leprieur*, 1003, ex. herb. Richard, em Patouillard Herbarium.

Basidioma: Píleo 2,3–24,5 mm de diâmetro, flabeliforme a palmar, conchiforme a cífeloide, alguns orbiculares, convexo a aplanado, ápice lateral a excêntrico ou raramente central aderido ao substrato, às vezes zonado, margem plicada e fendida em lobos agudos, incurvada, coriáceo, contexto fino (< 1 mm), marrom, borda crenada ou com fendas curtas a longas, lobos geralmente lembrando espinhos, superfície lanosa densa e grosseira, seca, opaca, com ápice ou dorso de aderência marrom-canela (N50Y60–80M40) mais uniforme, às vezes levemente acinzentado (N60Y20–30M20), algumas vezes com cobertura pilosa branca, margem marrom-canela (N50Y60–80M40), às vezes sépia (N30Y50M30), às vezes marrom-chocolate (N80Y20–40M30). Pseudolamelas bífidas, originárias no ponto de aderência, próximas, retas a cutriformes, lisas, opacas, marrom canela (N50Y60–80M40), com bordas levemente mais pálidas, fimbriadas. Estipe ausente, aderência do píleo geralmente em forma de talo largo, com base densamente estrigosa ou pilosa, branca a creme, ou marrom canela, normalmente formando um disco no substrato.

Basidiósporos $5,1\text{--}12,5 \times 2,2\text{--}5,5 \mu\text{m}$ [$x_{vm} = 6,6\text{--}8,7(-9,8) \times 2,9\text{--}3,9 \mu\text{m}$, $x_{mm} = 7,8 (\pm 1,1) \times 3,5 (\pm 0,3) \mu\text{m}$, $Q_{vm} = 1,4\text{--}4,4$, $Q_{mm} = 2,2 (\pm 0,2)$, $n = 30$, $s = 8$], oblongos, cilíndricos a clavados, raramente obvoides e subelipsóides, lisos, marrom-amarelados ou bronze, parede moderadamente espessada, inamilóides. Basídios $24,7\text{--}49,2(-60,7) \times 4,2\text{--}7,9 \mu\text{m}$, cilíndricos, lisos, marrom-amarelados, parede fina, 4-esterígmias, inamilóides. Basidiólos $25\text{--}54,3 \times 4,1\text{--}6,5 \mu\text{m}$, cilíndricos, às vezes com ápice afilando ou lageniforme, lisos, marrom-amarelados, parede fina. Pelos abhymeniais da borda da pseudolamela muito delgados, $1,1\text{--}1,7 \mu\text{m}$ de diâmetro, irregulares, filiformes, lisos, marrom-amarelados. Trama da pseudolamela compacta na camada medular, inamiloide, regular a levemente entrelaçadas, divergentes para forma o himênio, hifas gelatinizadas, cilíndricas, regulares na forma, $3\text{--}9,9 \mu\text{m}$ de diâmetro, lisas, amarelo-amarronzadas, parede fina; hifas da camada externa frouxas, mais irregulares, marrom-escuras, cilíndricas, $2,5\text{--}6,5 \mu\text{m}$ de diâmetro, parede espessada, superfície externa áspera ou incrustada com pigmentos. Trama pilear inamiloide, gelatinizada, irregular a subregular, com hifas entrelaçadas, mas radialmente orientadas, cilíndricas, $2,9\text{--}5,9 \mu\text{m}$ de diâmetro, regulares na forma, lisas, parede fina a firme, amarelo-amarrozadas ou douradas, septadas. Superfície pilear em forma de tricoderme, camada frouxa de hifas em forma de pelos desorganizados, cilíndricas, finas, $2\text{--}5,7 \mu\text{m}$ de diâmetro, regulares na forma, marrom-escuras, lisas, ásperas a levemente incrustadas, parede espessada, inamilóides; hipoderme uma camada marrom mais escura de hifas compactas entre a tricoderme e a trama pilear, hifas equivalentes às da trama pilear. Grampos de conexão não observados.

Hábito e substrato: pleurotoide a cifeloide, crescendo em tronco de açaizeiro seco, bainha de babaçu, e tronco de eudicotiledonea morta.

Material examinado: BRASIL, Pará, Brasil Novo, Vicinal da 16, 10.07.2021, R.J.S. Dalman RJS36, R.J.S. Dalman RJS37, Altamira, Assurini, 25.07.2021, R.J.S. Dalman RJS73, Assurini, 03.09.2021, R.J.S. Dalman & A.M. Dalman RJS87, R.J.S. Dalman & A.M. Dalman RJS92, R.J.S. Dalman & A.M. Dalman RJS93, Roraima, 23.08.2018, Caracarái, Parque Nacional do Viruá, J.J.S. Oliveira, J.S. Cardoso & M.A. Silva JO1086.

Comentários: Linder (1933) descreveu esta espécie com base em uma única coleção de Guiana Francesa, constatando que se assemelhava a *S. umbrinum* na cor e tamanho dos basidiomas, na estrutura do contexto e nos basídios. Porém era distinta baseada nos pelos abhimeniais mais delgados, com terminações ramificados. Entretanto os basidiósporos não foram observados ou encontrados. Martin (1941), relatou dois espécimes das áreas montanhosas de Santa Marta (Colômbia) e descreveu basidiósporos marrom-amarelados medindo $6-8 \times 2-2,5 \mu\text{m}$ (raramente maior). Singer (1959) argumentou que *S. umbrinum* e *S. leprieurii* constituem o grupo “*Schizophyllum umbrinum* stirpe”, que agrupa espécies que compartilham a cor e morfologia do basidioma, presença de septos simples e o tipo particular de himênio composto por basídios e basidiólos com paredes espessas e gelatinosas.

Com base na coloração dos esporos, Cooke (1961) propôs o gênero *Phaeoschizophyllum* W. B. Cooke, para inserir as espécies com basidiósporos marrons. O autor examinou o espécime tipo de *S. leprieurii*, então combinada em *Phaeoschizophyllum*, e outros espécimes da Guiana Francesa e Colômbia (material examinado por Martin [1941]), descrevendo basidiósporos $5,6-7,5 \times 2-4 \mu\text{m}$ e marrom-amarelados a marrons. Cooke (1961) também descreveu grampos de conexões nas hifas do contexto e na base dos basídios, embora os desenhos de Martin (1941) indiquem septos sem grampos. Os materiais aqui examinados têm basidiósporos marrons com tamanho que engloba os referidos acima, mas atingindo comprimento bem maiores ($5,1-12,5 \times 2,2-5,5 \mu\text{m}$), sendo os materiais coletados próximos da Guiana Francesa.

O registro mais recente de *S. leprieurii* foi realizado por Robledo et al. (2014) baseado em espécimes da Argentina. Em suma, as características foram: basidiomas relativamente pequenos e amarronzados, com lamelas marrons ou laranja-amarronzadas, com um pequeno disco de micélio basal ao ponto de aderência no substrato, ausência de grampos de conexão em todas as microestruturas, e basidiósporos marrons ou marrom-amarelados medindo $6-8,5(-10) \times 2,5-3,5 \mu\text{m}$. Os autores também enfatizaram os basídios e basidiólos com parede altamente espessada e lúmen capilar sinuoso, uma característica que foi descrita e ilustrada para *S. leprieurii* por Linder (1933) e por Martin (1941). Os autores relataram que foram observados basídios em vários estágios de desenvolvimento onde o lúmen capilar fino dos basídios crescia e se alargava em direção ao ápice, emergindo como uma gota resinosa de cor marrom que desenvolvia esterigmas e basidiósporos. Esta colapsava após a maturação e liberação dos basidiósporos. Com base nessas características, Robledo et al. (2014) considerou a espécie como *S. leprieurii*, embora tal processo ou morfologia de basídios não foi observada por Linder (1933) e Cooke (1941).

Entretanto, é necessário observar em *S. leprieurii* e *S. umbrinum* que tanto os basídios e basidiólos quanto as hifas do contexto tendo a parede espessada pode estar ocorrendo pela deposição do conteúdo gelatinoso (COOKE, 1961) abundante na superfície interna da membrana plasmática seguida da verdadeira parede celular. Esta camada gelatinosa espessa reduz o espaço fluido do lúmen e, corados com floxina, dá a impressão de parede espessada. No entanto, a verdadeira parede celular (quitina e β -glucanas) estaria externamente recobrimdo

a membrana celular enquanto a camada gelatinosa está internamente a membrana. Sendo assim, essas estruturas teriam parede essencialmente mais fina e não grossas como típico de estruturas estéreis. É possível perceber esta diferença no corte em KOH, onde estruturas com parede espessada (terminações dos pelos abhimeniais em *S. aff. radiatum*) são facilmente distintas das de parede fina gelatinizadas. Isto explica a espessura altamente irregular das paredes de basídios, basidióolos e hifas em Robledo et al. (2014).



Figura 4 Macroscopia de *Schizophyllum lepieurii*. A) RJS36; B) RJS37; C–D) RJS73; E) RJS92; F) JO1086; G) RJS93.

Figure 4 Macroscopy of *Schizophyllum lepieurii*. A) RJS36; B) RJS37; C–D) RJS73; E) RJS92; F) JO1086; G) RJS93.

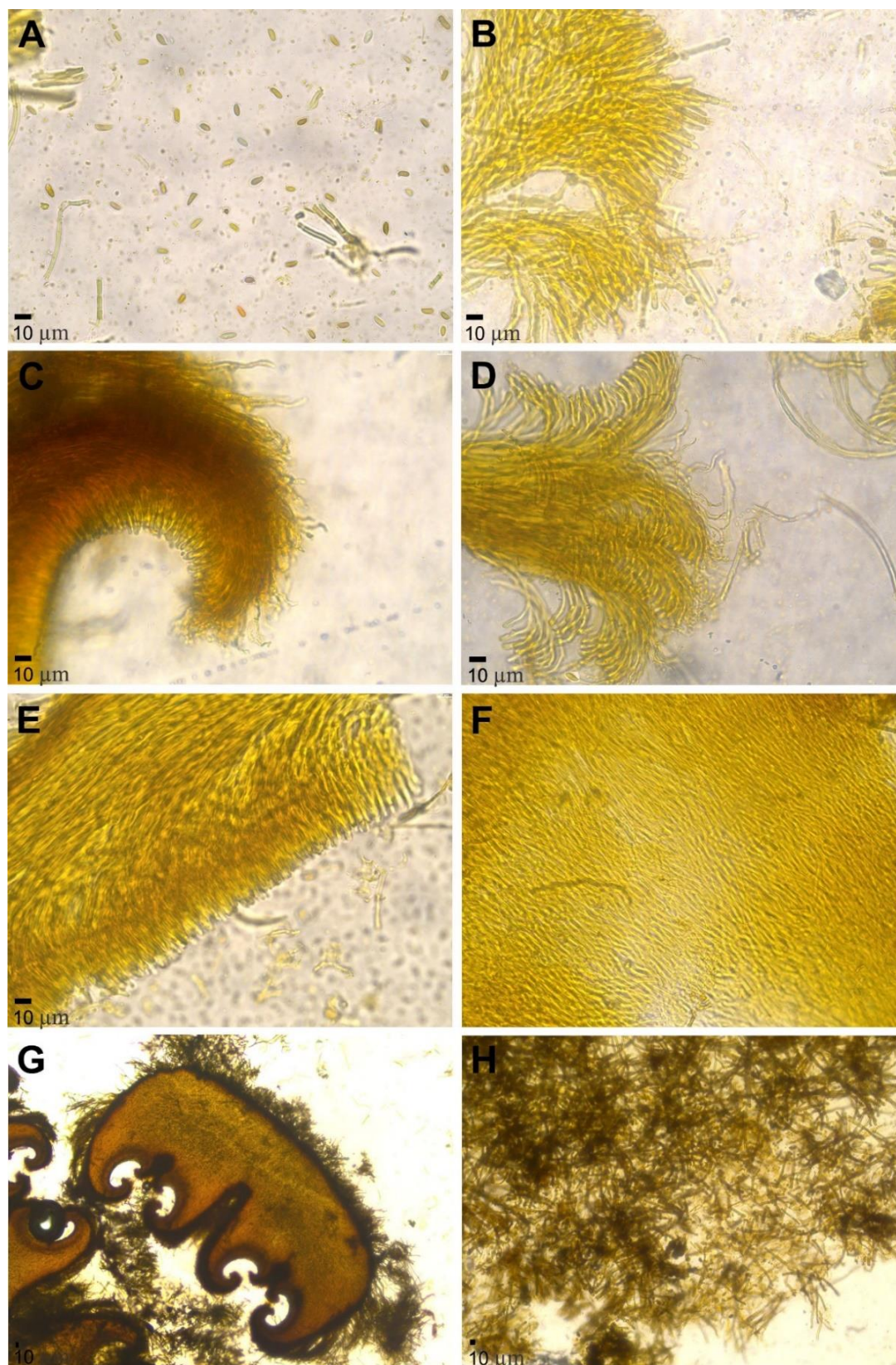


Figura 5 Microscopia de *Schizophyllum leprieurii* (RJS36). A) basidiósporos; B) basídios e basidiólos; C) borda da pseudolamela; D) pelos abhimeniais filiformes delgados de borda da pseudolamela; E) trama pseudolamelar e himênio; F) trama pilear; G) secção transversal de lobo pilear com superfície tricodérmica; H) hifas em forma de pelos da superfície pilear.

Figure 5 Microscopy of *Schizophyllum leprieurii* (RJS36). A) basidiospores; B) basidia and basidioles; C) edge of the pseudolamella; D) thin filiform abhymenial hairs bordering the pseudolamella; E) pseudolamellar weft and hymenium; F) pile weft; G) cross section of pilear lobe with trichodermic surface; H) hairy hyphae of the pilear surface.

Schizophyllum umbrinum Berk., Hooker's J. Bot. Kew Gard. Misc. 3:15 (1851) Figs. 5 e 6

Tipos: Brasil, Pará, Caripi, 1849, R. Spruce s.n. K(M), holótipo (Fig.), isótipos.

Pileo 1,7–19,4 mm de diâmetro, flabeliforme a palmar, conchiforme a cifelóide quando imaturo, convexo a aplanado, ápice excêntrico aderido ao substrato, às vezes zonado, margem sulcada ou fendida em lobos, incurvada, borda com fendas curtas a longas, alguns lobos alongados lembrando dedos ou pétalas, coriáceo, contexto fino (< 1 mm), superfície densamente estrigosa a lanosa, seca, opaca, ápice ou dorso de aderência marrom-acinzentado esbranquiçado (N10Y20M10) a creme, margem marrom-canela (N50Y60–80M40) ou parda levemente acinzentada (N60Y10–30M20). Pseudolamelas bífidas, originárias no ponto de aderência, próximas, retas a cutríformes, lisas, opacas, margem e borda creme (N00Y10M00) a amarelo-amarronzado pálidas (N10Y30–40M20), marrom-canela (N40Y40M30) na face, bordas fimbriadas. Estipe ausente, aderência do pileo geralmente em forma de talo largo, com base densamente estrigosa ou pilosa, branca a creme.

Basidiósporos $5\text{--}9,8 \times (1,8\text{--})2,1\text{--}3,6 \mu\text{m}$ [$x_{vm} = 7,1\text{--}8,5 \times 2,6\text{--}2,9 \mu\text{m}$, $x_{mm} = 7,8 (\pm 0,8) \times 2,8 (\pm 0,1) \mu\text{m}$, $Q_{vm} = 1,6\text{--}3,8(-4,4)$, $Q_{mm} = 2,8 (\pm 0,2)$, $n = 30$, $s = 4$], obovóides a oblongos curtos, lacrimóides, clavados a cilíndricos, alguns faseoliformes, lisos, hialinos, parede fina, inamilóides. Basídios $20\text{--}35,5 \times 3,6\text{--}6,5 \mu\text{m}$, clavados a cilíndrico-clavados, alguns ondulados, lisos, amarelo-pálidos a estraminosos, amarelo-amarronzados quando em grupo denso, parede fina, 4-esterigmas, inamilóides. Basidiólos $(17,5\text{--})20\text{--}29,6 \times 3,6\text{--}5,7 \mu\text{m}$, clavados a cilíndrico-clavados, lisos, amarelo-pálidos a estraminosos, parede fina, inamilóides. Pelos abhimeniais da borda da pseudolamela em forma de terminações irregulares, contorcidos, $3,6\text{--}8,5 \mu\text{m}$ de diâmetro, com constricções e projeções verruciformes, hialinos, parede fina, inamilóides. Trama da pseudolamela inamiloide, regular, hifas paralelas ou subparalelas, gelatinizadas, cilíndricas, regulares na forma, semelhantes às hifas da trama pilear, porém um pouco mais delgadas, $3,3\text{--}9,5(-15) \mu\text{m}$ de diâmetro, lisas, hialinas a amarelo-pálidas, parede fina, grampos de conexão não observados. Trama pilear inamiloide, hifas radialmente orientadas, porém entrelaçadas, muito gelatinizadas, ramificadas, cilíndricas, regulares, muito mais alargadas do que as da trama da pseudolamela, $10,3\text{--}39,7 \mu\text{m}$ de diâmetro, lisas, hialinas, parede fina, grampos de conexão não observados. Superfície pilear na forma de tricoderme composta por hifas no formato de pelos profusos, frouxas, aeradas, emaranhadas, abundantes, cilíndricas a irregulares na forma, $3\text{--}14,2 \mu\text{m}$ de diâmetro, lisas, parede levemente espessada, marrom-ocre, onduladas, conectadas a uma hipoderme de elementos irregulares na forma, marrons.

Hábito e substrato: pleurotoide a cifeloides, crescendo em galhos e tronco mortos de mogno africano ou de outras eudicotiledôneas.

Material examinado: BRASIL, Pará, Altamira, Assurini 03.09.2021, R.J.S. Dalman & A.M. Dalman RJS89, R.J.S. Dalman & A.M. Dalman RJS94, Brasil Novo, Vicinal da 16, 30.09.2021, R.J.S. Dalman RJS115, 04.10.2021, R.J.S. Dalman RJS117.

Comentários: Esta espécie já foi primeiramente descrita para Caripi, no estado do Pará (BERKELEY, 1851). É caracterizada por apresentar basidioma geralmente pequenos, com uma superfície pilear marrom com um disco micelial brilhante esbranquiçado no ponto de fixação e evidentes lamelas marrom-alaranjadas a acastanhadas combinado com esporos hialinos e pelos abhimeniais ondulados a espiralmente muito ondulados ou contorcidos (LINDER, 1933; COOKE, 1961; ROBLEDÓ et al., 2014). O material examinado tem basidiósporos sobrepondo em tamanho os de Linder (1933) e Cooke (1961) ao passo que atingindo comprimentos e larguras maiores [$5-9,8 \times (1,8-2,1-3,6 \mu\text{m vs. } 4,5-6 \times 2-2,5 \mu\text{m})$]. Os basídios atingem comprimentos maiores [$20-35,5 \times 3,6-6,5 \mu\text{m vs. } 19-26 \times 4-5 \mu\text{m}$], uma tendência que acompanha a amplitude dos tamanhos dos basidiósporos. O material examinado tem pelos abhimeniais mais ondulados e irregulares.

As variações mencionadas podem ser entendidas como intraespecífica ou refletir número amostral das avaliações. É importante destacar que nem Linder (1933) nem Cooke (1961) avaliaram o espécime tipo original Pará, Brasil, coletado por R. Spruce, mas um suposto espécime tipo de Cuba coletado por Wright que pode vir a não ser autêntico da espécie. Em suma, todos os espécimes examinados por Linder (1933) e Cooke (1961) são procedentes de Bahamas, Cuba, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Guiana, Haiti, Ilha dos Cisnes (Caribe), México, Nicarágua, Panama e Suriname. Os espécimes mais próximos são da Guiana, Suriname e Venezuela avaliados por Cooke (1961). Infelizmente, Cooke (1961) que incluiu o maior número de material examinado parece ter repetido dados microscópicos de Linder (1933), o que pode limitar o relato de sua amostragem. Os materiais aqui avaliados são coletados no mesmo estado brasileiro e bioma do tipo original. Isótipos de *S. umbrinum* original de Caripi (Pará) estão depositados no Herbário K. Devido às incertezas do retorno das coleções tipo do Brasil devido a lei brasileira 13.123 de 20 de maio de 2015, empréstimos não têm sido feitos para o Brasil.

Espécimes determinados como *S. umbrinum* do México têm basidiomas amarelo mostarda ou amarelado, basidiósporos medindo $(4,8-6-6,4(-8,8) \times 2,4-3,2 \mu\text{m})$, e basidiólos medindo $16-32 \times 4-8 \mu\text{m}$ (VARGAS et al., 1993). Abraão et al. (2009) descreveu espécimes identificados como *S. umbrinum* de um fragmento de mata do perímetro urbano de São José do Rio Preto, estado de São Paulo. Esses têm píleo de coloração castanho-amarelado a castanho-escuro, porém os basidiósporos são muito pequenos $2,5-3,75(-5) \times 1,25-2(-2,5) \mu\text{m}$, muito menores dos de Linder (1933) e Cooke (1961). Carreno-Ruz et al., (2019) também descreveu espécimes coletados no México e determinaram como *S. umbrinum* tendo píleo marrom-claro a cinza-claro, basidiósporos hialinos e elípticos medindo $4,7-5,4 \times 2-2,6 \mu\text{m}$, e pelos abhimeniais lisos com terminações onduladas ou espiraladas.

Robledo et al. (2014) encontraram espécime de *S. umbrinum* da Argentina que possuía basídios com parede espessada apenas na base e basidiósporos marrom-amarelados a marrons ($7-8 \times 3 \mu\text{m}$). Estes autores nomearam este material como *Schizophyllum* cf. *umbrinum*, uma vez que na filogenia este formou um clado com uma sequência da Flórida, depositada no Genbank e identificada como *S. umbrinum*.

Outras coletas realizadas por Sotão et al. (2003) em região de manguezal de Bragança (Pará) foram identificadas como *S. umbrinum*, mas sem descrição morfológica publicada.

Outra espécie com píleo marrom escuro e basidiósporos hialinos descrita do Brasil de material de Goiás, Mato Grosso (COOKE, 1961) e registrada no Pará (SOTÃO et al., 2003) é *S. brasiliense* W.B. Cooke. No entanto, esta espécie difere de *S. umbrinum* pelos basidiósporos cilíndricos maiores $9\text{--}11 \times 2\text{--}2.5 \mu\text{m}$ (COOKE, 1961).



Figura 6 Macroscopia de *Schizophyllum umbrinum*. A) RJS89; B–C) RJS94; D–E) RJS115; F) RJS117.

Figure 6 Macroscopy of *Schizophyllum umbrinum*. A) RJS89; B–C) RJS94; D–E) RJS115; F) RJS117.

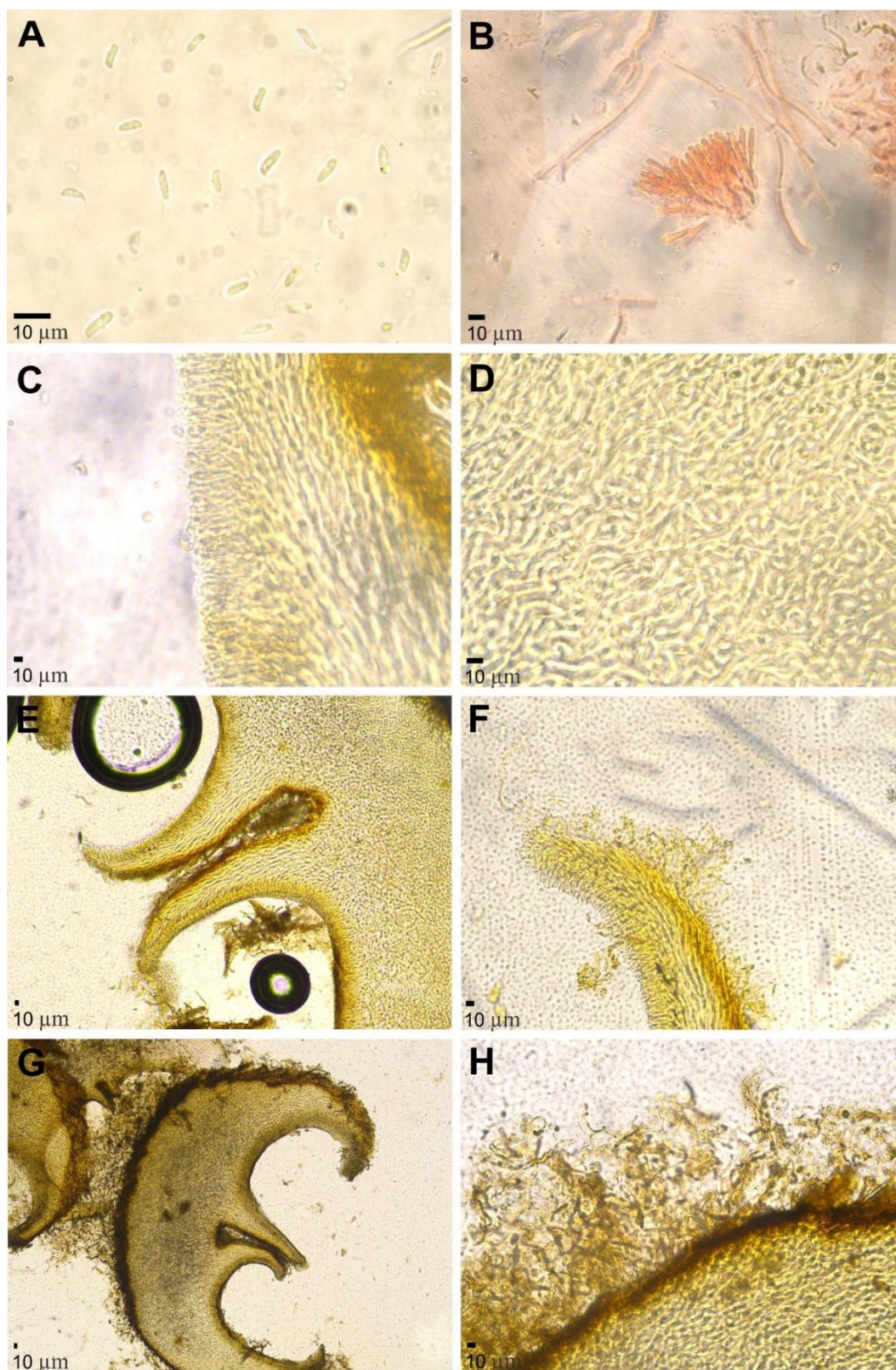


Figura 7 Microscopia de *Schizophyllum umbrinum* (RJS115). A) basidiósporos; B) basídio e basidiólos em Vermelho Congo; C) trama pseudolamelar e himênio; D) trama pilear; E) fenda bífida da pseudolamela; F) pelos abhimeniais de borda da pseudolamela; G) secção transversal de lobo pilear com superfície tricotérmica; H) superfície pilear tricotérmica com hifas em forma de pelos.

Figure 7 Microscopy of *Schizophyllum umbrinum* (RJS115). A) basidiospores; B) basidium and basidioles in Congo Red; C) pseudolamellar weft and hymenium; D) pile weft; E) bifid cleft of the pseudolamella; F) abhymenial hairs on the edge of the pseudolamella; G) cross section of pilear lobe with trichodermic surface; H) trichodermic pilear surface with hair-like hyphae.

Analises filogenéticas

O alinhamento final do ITS contém 608 caracteres, incluindo gaps. *Schizophyllum amplum* foi usado como grupo externo na análise deste trabalho. As amostras da região do Médio Xingu (Altamira, Brasil Novo e Medicilândia) ficaram agrupadas em dois clados. O primeiro clado, o complexo *S. commune*/*S. radiatum* é constituído por amostras de *S. commune* e *S. radiatum* (incluindo o epítipo de *S. radiatum*), juntamente com as amostras nomeadas de *S. aff. radiatum*, procedentes dos municípios de Altamira, Brasil Novo e Medicilândia. O segundo clado, fortemente sustentado (PP = 1), é formado por amostras de *S. leprieurii* e *S. umbrinum*, contendo também os espécimes procedentes de Altamira e Brasil Novo.

Dentro do complexo *S. commune*/*S. radiatum* pode ser reconhecido o clado monofilético formado por *S. aff. radiatum*, com suporte de PP=0,99. Este inclui apenas espécimes coletados na localidade deste estudo, e consiste em um clado-irmão do que agrupa espécimes de *S. commune* e *S. radiatum*.

Os quatro espécimes de *Schizophyllum* com basidiomas escuros, com sequências obtidas neste estudo, agruparam no complexo *S. umbrinum*/*S. leprieurii*. Destas, as amostras RJS72 e RJS115 formam um clado com alto suporte (PP=1) com *S. umbrinum* (MUCL 43017, CCG019 e CCG020) e *S. cf. umbrinum* (ROBLEDO 2478). Já os espécimes RJS73 e RJS93, formaram um grupo altamente suportado (PP = 1) geneticamente distinto, sendo esta espécie reconhecida como *S. leprieurii* (PP=1). (Figura 2). *Schizophyllum leprieurii* ROBLEDO 1313 ramificou separado com mais basal do clado.

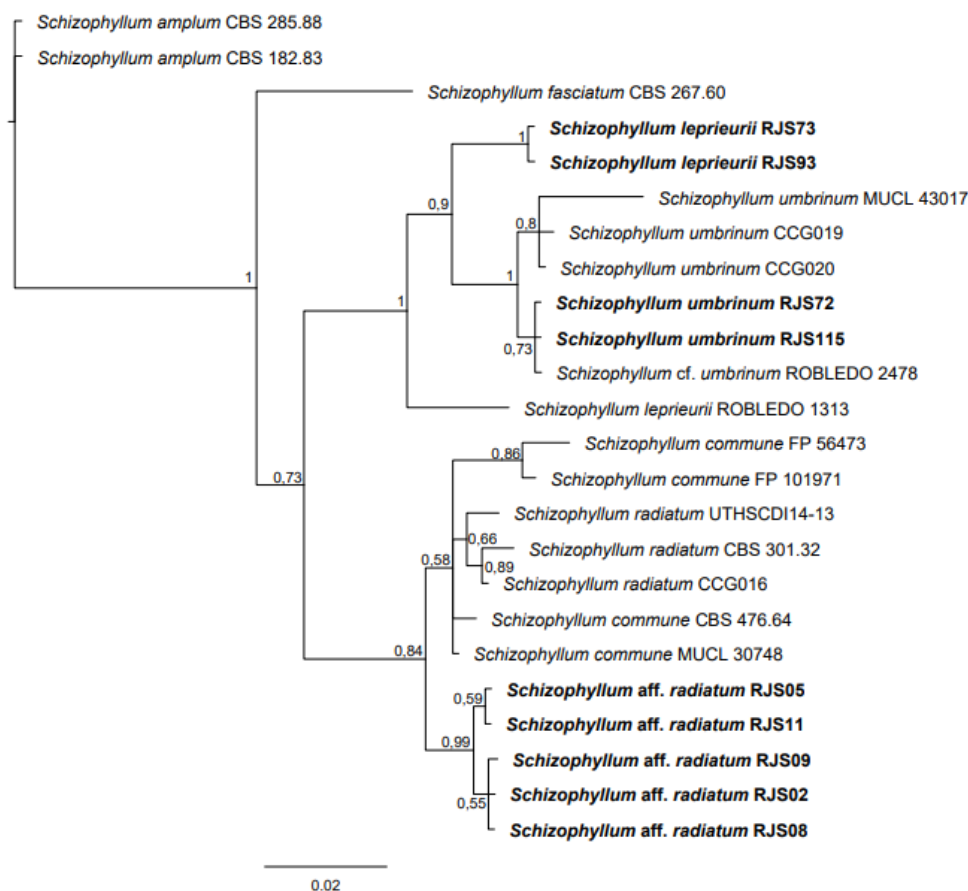


Figura 8 Filograma de máxima verossimilhança de *Schizophyllum* resultante da análise dos dados da sequência ITS. As espécies amostradas da região do médio Xingu estão em negrito.

Figure 8 Maximum likelihood phylogram of *Schizophyllum* resulting from the analysis of the ITS sequence data. Species sampled from the middle Xingu region are in bold.

Discussão

No presente estudo, foram identificadas três espécies de *Schizophyllum* para as áreas amostradas na Amazônia seguindo as descrições morfológicas de Linder (1933) e Cooke (1961). Dos 33 espécimes analisados, 22 (67%) foram *Schizophyllum* aff. *radiatum*, uma espécie morfológicamente compatível com *S. radiatum* que ocorre com predominância nas regiões tropicais e subtropicais da América (LINDER, 1933; CARREÑO-RUZ et al., 2019). O estudo de Siqueira et al. (2016) com LSU, *ef1-α* e *rpb2* de isolados clínicos de *Schizophyllum* dos Estados Unidos e de outros países, mostrou que a maioria desses consistiam numa linhagem monofilética bem suportada determinada como *S. radiatum*, geneticamente divergindo como irmã de *S. commune*. Por formar um ramo a parte, optou-se por manter a identificação como *S. aff. radiatum* que possivelmente seja uma espécie nova a ser proposta.

Vale ressaltar que morfológicamente *S. radiatum* pode ser confundido com *S. commune*. Devido à grande semelhança nas características macroscópicas e também em algumas variações morfológicas entre espécimes, provavelmente muitos registros atribuídos à

S. commune no Brasil e em outras áreas tropicais podem se tratar de identificações errôneas. Tais devem ser cuidadosamente reavaliados para confirmar se correspondem à *S. commune* ou *S. radiatum* com base em características morfológicas detalhadas aliada a dados de sequências do DNA (ITS e outros marcadores).

As duas outras espécies identificadas, *S. umbrinum* e *S. leprieurii*, pertencem ao grupo que pode ser reconhecido pelo basidiomas pequenos e marrons, grampos de conexão ausentes, e hifas do contexto e basídios/basidióloos com paredes espessadas por conteúdo gelatinoso (LINDER, 1933; COOKE, 1961; ROBLEDÓ et al. 2014). Estas espécies diferem nos basidiósporos e pelos abhimeniais, sendo ligeiramente menores e hialinos e os pelos lisos com terminações onduladas em *S. umbrinum*, e esporos maiores, cilíndricos, marrom-amarelado a marrom claro e pelos mais finos, marrom-claro com grânulos de cristais ao longo da porção apical em *S. leprieurii* (CARREÑO-RUZ et al., 2019; LINDER, 1933; MARTIN, 1941; COOKE, 1961).

Na árvore filogenética realizada neste estudo, exemplares de *S. umbrinum* procedentes de Altamira e Brasil Novo formaram um grupo representando mesma espécie com *S. cf. umbrinum* de Robledo et al. (2014) e *S. umbrinum* de Siqueira et al. (2016) e Carreño-Ruiz et al. (2019). Todos possuem basidiósporos de tamanhos similares e são hialinos (com exceção de *S. cf. umbrinum* da Argentina). Desta forma, torna-se evidente a necessidade de uma revisão dos materiais tipo desta espécie originais de Caripi no Pará.

Ainda dentro do complexo *S. umbrinum/S. leprieurii*, dois espécimes de Altamira formaram um ramo fortemente suportado (PP = 1), distinto de *S. umbrinum* e não relacionado com *S. leprieurii* da Argentina de Robledo et al. (2014). Devido à proximidade com o local do material tipo, Guiana Francesa, e a semelhança morfológica dos esporos e pelos abhimeniais, os espécimes analisados neste estudo considerados autênticos *S. leprieurii*.

Considerações finais

Conforme visto neste estudo e de Carreño-Ruz et al. (2019), Robledo et al. (2014) e Siqueira et al. (2016), as espécies de *Schizophyllum* apresentam caracteres macro morfológicos altamente variáveis ou também muito semelhantes com muita sobreposição; tornando difícil a separação dos táxons, pelo menos de *S. commune* vs. *S. radiatum* vs. *S. aff. radiatum*. É necessária uma revisão taxonômica nestas espécies para elucidar se os nomes atribuídos para cada táxon em ambos os clados incluem uma ou mais espécies crípticas.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa Uso Sustentável do Instituto Humanize pela bolsa de estudo do primeiro autor. À FAPEAM-Fundação de Amparo a pesquisas do estado do Amazonas. Aos Laboratórios de Fitopatologia Agrícola e Florestal (LABFITO) da Faculdade de Ciências Agrônômicas; BIOTEC; Laboratório Cogumelos da Amazônia/CENBAM/INPA; Herbário HATM da Faculdade de Ciências Biológicas (UFPA), Campus de Altamira e Herbário INPA.

6. Referências Bibliográficas

BERKELEY, M. J. Decades of fungi. Decades XXXI. Pyrenees and Para fungi collected by Mr. Spruce. **Journal of Botany** (Hooker), v. 3, p. 14-21, 1851.

CARREÑO-RUIZ, S. D. et al. New record of *Schizophyllum* (Schizophyllaceae) from Mexico and the confirmation of its edibility in the humid tropics. **Phytotaxa**, v. 413, n. 2, p. 137-148, 2019.

COOKE, W. B. The genus *Schizophyllum*. **Mycologia**, v. 53, n. 6, p. 575-599, 1961.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3ª ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 220p., 1998.

FRIES, E.M. Novae symbolae mycologicae, in peregrinis terris a botanicis danicis collectae. **Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis**, v. 3, n. 1, p. 17-136, 1851.

GARDES, M., & BRUNS, T. D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes application to the identification of mycorrhizae and rusts. **Molecular Ecology**, v. 2, n. 2, p. 113–118. 1993.

KIRK, P. M. et al. **Dictionary of the Fungi**. 10 ed. CABI Publishing, Surrey. 771 pp. 2008.

KÜPPERS, H. Atlas de los colores. Editorial Blume, Barcelona Mata JL, Petersen RH, Hughes KW (2001) The genus *Lentinula* in the Americas. **Mycologia**, v. 93, p. 1102–1112, 2002.

LARSSON, A. AliView: A fast and lightweight alignment viewer and editor for large datasets. **Bioinformatics**, v. 30, n. 22, p. 3276–3278, 2014.

LINDER, D. H. The genus *Schizophyllum*. I. species of the Western Hemisphere. **American Journal of Botany**, v. 20, p. 552-564, 1933.

MARTIN, G. W. New or noteworthy tropical fungi. **Lloydia**, v. 4, p. 262-269, 1941.

MILLER, M. A. et al. Creating the CIPRES Science Gateway for Inference of Large Phylogenetic Trees. **Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)**, p. 1–8, 2010.

NAKASONE, K. K. Morphological and molecular studies on *Auriculariopsis albomellea* and *Phlebia albida* and a reassessment of *A. ampla*. **Mycologia**, v. 88, n. 5, p. 762-775, 1996.

NYLANDER, J. A. A. MrModeltest v2. Program distributed by the author. **Evolutionary Biology Centre**, Uppsala University, 2004.

OLIVEIRA, J. J. S. et al. Progress on the phylogeny of the Omphalotaceae: *Gymnopus* s. str., *Marasmiellus* s. str., *Paragymnopus* gen. nov. and *Pusillomyces* gen. nov. **Mycological Progress**, v. 18, p. 713–739, 2019.

PEGLER, D.N. Agaric flora of the Lesser Antilles. **Kew Bulletin, Additional**, v. 9, p.1–668, 1983.

ROBLEDO, G. L. et al. *Schizophyllum leprieurii* and the *Schizophyllum umbrinum* lineage (Agaricales, Basidiomycota) in Argentina. **Lilloa**, v. 51, n. 1, p. 87–96, 2014.

RONQUIST, F., & HUELSENBECK, J. P. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. **Bioinformatics**, v. 19, n. 12, p. 1572–1574, 2003.

SAMMUT, C. et al. *Schizophyllum amplum* (Agaricales, Schizophyllaceae): a rare Basidiomycete from Malta and Estonia. **Italian Journal of Mycology**, v. 48, 2019.

SINGH, S. et al. Characterization and development of cultivation technology of wild split gill *Schizophyllum commune* mushroom in India. **Scientia Horticulturae**, v. 289, p. 110399, 2021.

SMITH, S. A., & DUNN, C. W. Phyutility: a phyloinformatics tool for trees, alignments and molecular data. **Bioinformatics**, v. 24, n. 5, p. 715–716, 2008.

SWARTZ, O.P. Nova genera et species Plantarum seu prodromus description e um vegetabilium maximam parte incognitorum quasubtinere in Indiam Occidental em annisdigessit Olof., p. 1783-1787, 1788.

SIQUEIRA, J. P. Z. et al. *Schizophyllum radiatum*, an emerging fungus from human respiratory tract. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 54, n. 10, p. 2491–2497, 2016.

SINGER, R. [1951]. The "Agaricales" (Mushrooms in modern taxonomy). **Lilloa**, v. 22, p. 5-832, 1949.

VARGAS-ISLA et al. Guia para coleta de cogumelos. **Editora Inpa**, 2019.

VILGALYS, R., & HESTER, M. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. **Journal of Bacteriology**, v. 172, n. 8, p. 4238–4246, 1990.

WHITE, T.J. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J. & White, T.J. (Eds.) PCR Protocols: A guide to methods and applications. London: **Academic Press**, pp. 282–287, 1990.

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

Conclusão Geral

Os resultados obtidos no primeiro capítulo descrevem a riqueza de macrofungos comestíveis para os Municípios de Altamira, Brasil novo e Medicilândia, Pará, distribuídas entre os gêneros *Auricularia* (Bull. ex Juss.), *Favolus* (Fr.), *Panus* (Fr.), *Lentinula*, *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm., *Schizophyllum* (Fr.) e *Tremella* (Pers.). Os gêneros que apresentaram maior número de amostras foram *Auricularia* (14 coletas), seguidos de *Lentinus* (12), *Favolus* (4) e *Panus* (4). Os dados observados neste estudo sugerem o potencial da Funga da área de estudo de espécies de cogumelos para os municípios estudados. Devido os seus importantes benefícios para a saúde humana, visto que são uma fonte essencial de nutrientes e alimentos medicinais, esse estudo levanta possibilidades de avançar em pesquisas como uma alternativa a ser pensada para incorporação na alimentação da população local.

Já o segundo capítulo apresenta o perfil de aminoácidos das *A. delicata*, *S. commune* e o mix de *P. lecomtei* e *P. strigellus* coletados em trocos e galhos de árvores em decomposição em região cacauieira do sudoeste do Pará. As espécies estudadas apresentam os 19 aminoácidos, entre eles os nove aminoácidos essenciais para os seres humanos. Valina, leucina e lisina são os aminoácidos essenciais mais abundantes para as três amostras analisadas. Já o ácido glutâmico, o ácido aspártico e a alanina são os aminoácidos não essenciais com maior porcentagem. Desta forma, este estudo demonstra que os cogumelos estudados são boas fontes de aminoácidos para a dieta alimentar humana, com potencial para suprir necessidades proteicas, e para geração de renda de populações locais.

Todas as exsicatas de cogumelos comestíveis deste estudo serão incorporadas e ao Herbário Padre José Maria de Albuquerque (HATM), da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Altamira, com duplicatas no Herbário do INPA.

No terceiro capítulo foi identificado três espécies de *Schizophyllum* para as áreas amostradas na Amazônia seguindo as descrições morfológicas de Linder (1933) e Cooke (1961). Dos 33 espécimes analisados, 22 (67%) foram *Schizophyllum* aff. *radiatum*, uma espécie morfológicamente compatível com *S. radiatum* que ocorre com predominância nas regiões tropicais e subtropicais da América (LINDER, 1933; CARREÑO-RUZ et al., 2019). Na árvore filogenética realizada neste estudo, por formar um ramo a parte, optou-se por manter a identificação como *S. aff. radiatum* que possivelmente seja uma espécie nova a ser proposta.

As duas outras espécies identificadas, *S. umbrinum* e *S. leprieurii*. Na árvore filogenética, os exemplares de *S. umbrinum* procedentes de Altamira e Brasil Novo formaram um grupo representando mesma espécie com *S. cf. umbrinum* de Robledo et al. (2014) e *S. umbrinum* de Siqueira et al. (2016) e Carreño-Ruiz et al. (2019). Já a outra espécie identificada dentro do complexo *S. umbrinum/S. leprieurii*, foi um ramo formado por dois espécimes de Altamira fortemente suportado (PP = 1), distinto de *S. umbrinum* e não relacionado com *S. leprieurii* da Argentina de Robledo et al. (2014). Devido à proximidade com o local do material tipo, Guiana Francesa, e a semelhança morfológica dos esporos e pelos abhimeniais, os espécimes analisados neste estudo considerados autênticos *S. leprieurii*.

Conforme visto neste estudo e de Carreño-Ruz et al. (2019), Robledo et al. (2014) e Siqueira et al. (2016), as espécies de *Schizophyllum* apresentam caracteres macro morfológicos altamente variáveis ou também muito semelhantes com sobreposição; tornando difícil a separação dos táxons, pelo menos de *S. commune* vs. *S. radiatum* vs. *S. aff. radiatum*. É necessária uma revisão taxonômica nestas espécies para elucidar se os nomes atribuídos para cada táxon em ambos os clados incluem uma ou mais espécies crípticas.

Desta forma, este estudo representa apenas uma amostra da riqueza de macrofungos para a região do sudoeste paraense. Sendo importante mais estudos para descrever esta biodiversidade, para melhor compreensão da distribuição e uso destas espécies, bem como contribuir com maior conhecimento da riqueza local de cogumelos comestíveis e o fortalecimento do Herbário HATM.

