



PEDRO COSTA CREPALDI

**REGISTRO DE *Podaxis argentinus* Speg. PARA LAVRAS,
MINAS GERAIS**

**LAVRAS - MG
2023**

PEDRO COSTA CREPALDI

**REGISTRO DE *Podaxis argentinus* Speg. PARA LAVRAS,
MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Ciências
Biológicas, para a obtenção do título de
Bacharel.

Dr. Eustáquio Souza Dias
Orientador

B.Sc. Aline Fabiane Campos Carvalho
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2023
PEDRO COSTA CREPALDI**

REGISTRO DE *Podaxis argentinus* Speg. PARA LAVRAS, MINAS GERAIS

RECORD OF *Podaxis argentinus* Speg. IN LAVRAS, MINAS GERAIS

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 13 de julho de 2023.

Dr. Eustáquio Souza Dias UFLA

Dr. Carlos Godinho UFLA

M.S. Danilo de Athayde Saul

B.Sc. Ricardo Coelho Andrade UFLA

B.Sc. Aline Fabiane Campos Carvalho UFLA

Dr. Eustáquio Souza Dias
Orientador

B.Sc. Aline Fabiane Campos Carvalho
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2023**

Dedico este trabalho aos meus colegas de curso, que assim como eu encerram uma etapa única da vida. Dedico a todo curso de ciências biológicas da Universidade Federal de Lavras, corpo docente e discente, a quem fico lisonjeado por dele ter feito parte. Dedico àqueles professores que não ensinam apenas fórmulas e regras, mas sim que despertam o aluno para a aventura da vida. Dedico principalmente a minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente. Por fim, dedico a minha falecida mãe, que sempre foi um exemplo de força e perseverança em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmão, que me incentivaram durante toda graduação e que me apoiaram em minhas escolhas de vida, incondicionalmente.

Aos meus velhos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade e pelo apoio demonstrado

Às grandes amizades construídas durante o curso, que sou muito grato por fazerem parte de minha jornada.

Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

A todos os integrantes do núcleo de estudos BIOFUNGI, que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), instituição de ensino de inestimável prestação, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação e disponibilidade de estrutura, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

“Experience is not what happens to you;
it's what you do with what happens to
you.”

(Aldous Huxley)

RESUMO

Embora geralmente encontrado em associação com cupinzeiros, pouco se sabe sobre o gênero fúngico *Podaxis* spp. (Agaricaceae), nem o porquê dessa associação. Mais de 40 espécies deste gênero secotioide foram descritas desde que Linnaeus caracterizou a primeira espécie em 1771. No entanto, uma confusão taxonômica surgiu quando a maioria destas espécies foi reduzida ao sinônimo de *Podaxis pistillaris* em 1933. Desde então, mais algumas espécies foram descritas, ainda que a grande maioria dos espécimes ao redor do mundo continuem a ser tratados como *P. pistillaris*. A literatura relata o consumo e uso medicinal de cogumelos do gênero *Podaxis* spp. por povos de regiões da África e Ásia, majoritariamente. Não há anotações sobre o consumo de cogumelos desse gênero por povos tradicionais do Brasil. Por se tratar de um fungo comestível e com aplicabilidades medicinais, há uma série de possibilidades para a domesticação e aplicação desses cogumelos na alimentação, medicamentos, biotecnologia, etc. A amostra recolhida, neste artigo, foi identificada com base em características laboratoriais macro e microscópicas, além de análise de DNA da região ITS, utilizada para confirmação da identificação do fungo. Uma descrição pormenorizada da espécie e as características ecológicas do seu habitat são fornecidas. Durante a revisão de literatura, concluiu-se que não há registro da ocorrência desse basidiomiceto para essa região do país, mostrando-se necessário o registro dessa ocorrência, a fim de enriquecer o conhecimento micológico da região. Trabalhos como esse são importantes para o levantamento das espécies que ocorrem na região, a fim de promover a preservação da biodiversidade, já que só é possível preservar aquilo que conhecemos.

ABSTRACT

Although usually found in association with termite mounds, little is known about the fungal genus *Podaxis* spp. (Agaricaceae), nor the reason for this association. More than 40 species of this secotioide genus have been described since Linnaeus characterized the first species in 1771. However, taxonomic confusion arose when most of these species were reduced to the synonym of *Podaxis pistillaris* in 1933. Since then, a few more species have been described, although the vast majority of specimens around the world continue to be treated as *P. pistillaris*. The literature reports the consumption and medicinal use of *Podaxis* mushrooms by African and Asian people, mostly. There are no notes on the consumption of this mushrooms by the traditional Brazilian peoples. Because it is an edible fungus with medicinal applicability, there are a number of possibilities for the domestication and application of these mushrooms in food, medicine, biotechnology, etc. The sample collected in this work was identified based on macro and microscopic morphological characteristics, in addition to DNA analysis of the ITS region, used to confirm the identification of the fungus. A detailed description of the species and the ecological characteristics of its habitat are provided. During the literature review, it was concluded that there is no record of the occurrence of this basidiomycete for this region of the country, showing that it is necessary to record this occurrence in order to enrich the mycological knowledge of the region. Work like this is important for surveying the species that occur in the region, in order to promote the preservation of biodiversity, since it is only possible to preserve what we know.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	METODOLOGIA.....	12
2.1	Local de estudo.....	12
2.2	Registro e coleta.....	14
2.3	Análises e procedimentos.....	18
3	RESULTADOS.....	20
4	DISCUSSÃO.....	22
5	CONCLUSÃO.....	23
	REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Podaxis é um gênero dentro da família Agaricaceae com estrutura reprodutiva do tipo secotioide. Os cogumelos desse gênero são comestíveis e apreciados na alimentação de países como a Índia, Afeganistão e Arábia Saudita. Também são usados na etnomedicina para tratar doenças de pele, inflamação, no combate à fome, combater doenças bacterianas, entre outras aplicações. Não há registros na literatura sobre o consumo desses cogumelos pelos povos tradicionais do Brasil, como existe para outros cogumelos. Entretanto, um artigo etnomicológico de Cavalcanti et al. (2021), conduzido no bioma Caatinga, com comunidades locais, registrou o uso dos esporos de *Podaxis pistillaris* com finalidades anti-inflamatórias e anti-parasitárias, onde é relatado que seu basidioma é cortado ao meio e os esporos são depositados sobre a ferida. Ainda segundo Cavalcanti et al. (2021), suas propriedades medicinais provêm da capacidade de metabolizar uma molécula com capacidade antibiótica, denominada epicorazina.

Pouco se sabe sobre a biologia dos fungos secotioides do gênero *Podaxis* ou sobre a natureza da sua aparente relação com os cupinzeiros. Esses basidiomicetos são cosmopolitas, distribuídos globalmente entre os trópicos. Como indicam antigos estudos conduzidos, o gênero tem diversos relatos de que se beneficia do crescimento em associação com cupinzeiros pertencentes à família Termitidae, entretanto, nem todos os registros de ocorrência foram relatados como crescendo exclusivamente com cupins (CONLON et al., 2016). Como proposto por Conlon et al. (2016), a associação parece ocorrer apenas em habitats de savana secos e arenosos, onde os cupinzeiros hospedeiros e os fungos do gênero *Podaxis* se sobrepõem. Corroborando essa ideia, o Cerrado é conhecido por ser a savana mais biodiversa do planeta, logo é provável que haja essa sobreposição.

O gênero *Podaxis* até hoje foi pouquíssimo estudado se comparado a outros cogumelos. Morse, em trabalhos realizados nas décadas 30 e 40, provavelmente foi a pesquisadora que realizou as mais amplas investigações sobre *Podaxis* spp (Morse 1933; 1941). Ela desenvolveu estudos a partir da comparação de coleções dos Estados Unidos com exsicatas de todo o mundo. Com isso, concluiu que todos registros consistiam, provavelmente, numa única espécie polimórfica, *Podaxis pistillaris*, e acabou reduzindo um total de 25 espécies como sinônimos de *P. pistillaris*. Entretanto, Morse indicou neste mesmo estudo, de 1933, que havia algumas dúvidas sobre *P. argentinum* e *P. patagonicus* pertencerem à sinonímia proposta, além de dizer que essas provavelmente deveriam ser reduzidas a uma única espécie. Aparentemente, Morse não viu os espécimes tipo destas duas espécies, mas notou seus pequenos esporos e comentou que uma segunda espécie poderia ser esperada na Argentina. Em um trabalho posterior, de

1941, a pesquisadora não mencionou as duas espécies descritas originalmente por Spegazzini, na Argentina, indicando possível enviesamento de seu estudo (Morse, 1941).

No Brasil, o primeiro registro do gênero é atribuído a Batista, em 1950. Ele descreveu três novos registros de *Podaxis*, sem comparar ou discutir qualquer espécie previamente relatada (Batista, 1950 apud SILVA, 2013).

Levantamentos feitos por Silva (2013) apontam o registro da ocorrência desse gênero no Brasil em ambientes áridos, com exclusividade para os estados de Pernambuco, Paraíba e Piauí, regiões em que o déficit hídrico prevalece na maior parte do ano. Segundo o Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr), acessado em junho de 2023, e baseado no Catálogo de plantas e fungos do Brasil Volume 1 - Forzza, et al. (2010), não há registro de *Podaxis* spp. para o estado de Minas Gerais.

Martinez et al. (1971) concluíram que os esporos de *Podaxis argentinus* são suficientemente menores que os de *Podaxis pistillaris* para justificar seu reconhecimento como espécies distintas. Vale ressaltar que os autores estudaram de fato as exsicatas de Spegazzini, que contém os desenhos e anotações originais de Spegazzini, diferente de Morse. Além disso, os autores colocaram *P. patagonicus*, em sinonímia com *P. argentinus*, confirmando a proposta de Morse.

Domínguez et al. (1993) propuseram uma chave dicotômica para diferenciar *P. argentinus* de *P. pistillaris*. Essa diferença era atribuída não só pelo tamanho dos esporos, mas também pela presença ou ausência de um poro germinativo. Entretanto, estudos mais recentes (DIOS, 2001), mostram que o poro germinativo em *P. argentinus* está presente, porém é tão pequeno a ponto de não ser visível em microscopia ótica, na maioria das vezes, o que justifica esse equívoco feito por Domínguez.

Segundo Dios et al. (2001) *Podaxis argentinus* Speg. é morfologicamente idêntico a *P. pistillaris* (L.) Fr. Ainda segundo eles, os poucos autores que estudaram esta espécie e a compararam com *P. pistillaris*, ainda não chegaram a um acordo sobre as diferenças entre estas duas espécies. Logo, os pesquisadores concluíram que as diferenças entre as duas espécies são essencialmente microscópicas. Os esporos de *P. argentinus* (5-8 x 4-5 um) são menores do que os de *P. pistillaris* (9,5-17 x 8,5-13,5 um), e apresentam um poro germinativo menor, por vezes difícil de observar em microscópio óptico, mas claramente visível em microscopia eletrônica, diferenças essas que são suficientes para mantê-las como espécies separadas. Neste mesmo artigo, Dios et al., 2001 validam a sinonímia sugerida por Martinez (1971) de que *Podaxis patagonicus* e *P. argentinus* são co-específicos.

O estudo filogenético mais recente, conduzido por Conlon et al. (2016), utilizou 45 espécimes frescos e de herbário ao redor do mundo, construindo a primeira filogenia abrangente do gênero, a fim de elucidar as confusões taxonômicas feitas até então. Os dados amostrados pelos autores demonstram que o gênero contém pelo menos cinco táxons bem suportados, com diferenças significativas entre os clados no comprimento, largura e espessura da parede dos esporos, além do comprimento do corpo de frutificação, apoiando que essas linhagens provavelmente representam espécies distintas de *Podaxis*. Entretanto, os autores não englobaram espécies de *Podaxis* da América do Sul, o que deixa uma lacuna dentro da árvore filogenética proposta neste estudo.

A Serra da Bocaina, localizada no município de Lavras, sul de Minas Gerais, Brasil, é caracterizada por estar inserida em um ecótono, região de transição entre dois biomas, Mata Atlântica e Cerrado, no caso. Segundo levantamento feito em 2021 pela Fundação SOS Mata Atlântica, o Brasil tem apenas 12,4% da vegetação original da Mata Atlântica, enquanto o Cerrado já perdeu 50% de toda sua cobertura, como aponta o último levantamento feito pela WWF em 2019, sendo consequentemente considerados Hotspots mundiais.

Nos vales da serra nos deparamos com a Mata Atlântica, já no alto da serra ocorre principalmente o Cerrado devido ao gradiente altitudinal. Do Cerrado, o campo rupestre é a fitofisionomia mais abundante, que ocorre em altitudes superiores a 900 m, predominando o estrato herbáceo-arbustivo. Os solos geralmente são ácidos e pobres em nutrientes, em áreas associadas a afloramentos de rochas (ANDRADE, 2013).

Este estudo teve como objetivo caracterizar e identificar um espécime de *Podaxis* encontrado na Serra da Bocaina, no município de Minas Gerais, utilizando técnicas taxonômicas clássicas e moleculares.

2 METODOLOGIA

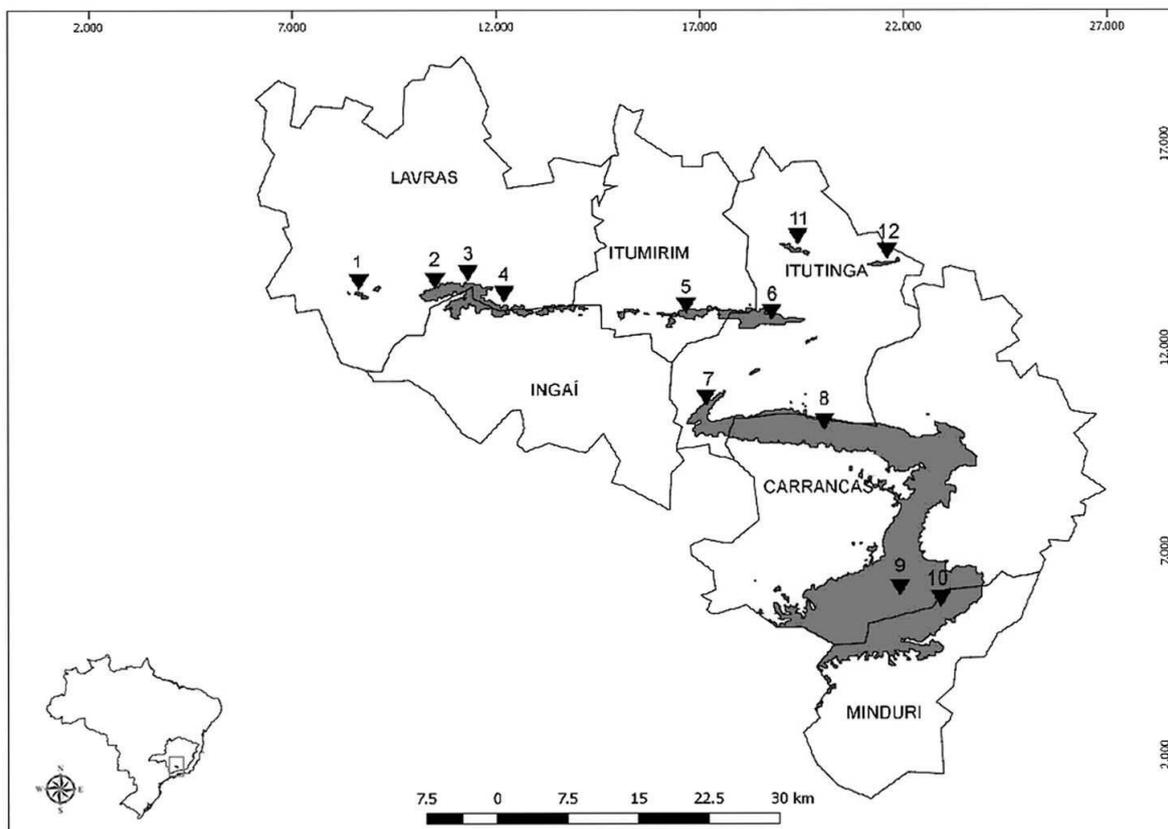
2.1 Local de estudo

A área de estudo “Complexo Serra da Bocaina e Carrancas” (CSBC) localiza-se na porção sul do Estado de Minas Gerais, na mesorregião do Campo das Vertentes, sobre o planalto do Alto Rio Grande entre as latitudes 21°18'41,29"S - 21°39'4,48"S e longitudes 44°32'28,96"O - 45°7'26,89"O, abrangendo os municípios de Lavras, Itumirim, Ingaí, Itutinga, Carrancas e Minduri (LAURIANO; ROMERO, 2020). (FIGURA 1).

O Complexo Serra da Bocaina possui altitudes que variam entre 1100-1250 m. O clima dominante da região é o tropical de altitude, com temperatura média anual entre 19 e 21°C e precipitação média anual variando de 1200 a 1500 mm. Segundo Andrade et al. (2013) a flora

local é bastante diversificada, com predomínio de fitofisionomias do Cerrado (ANDRADE, 2013).

Figura 1 - Composição do Complexo de Serras da Bocaina e de Carrancas (CSBC), Estado de Minas Gerais, Brasil.



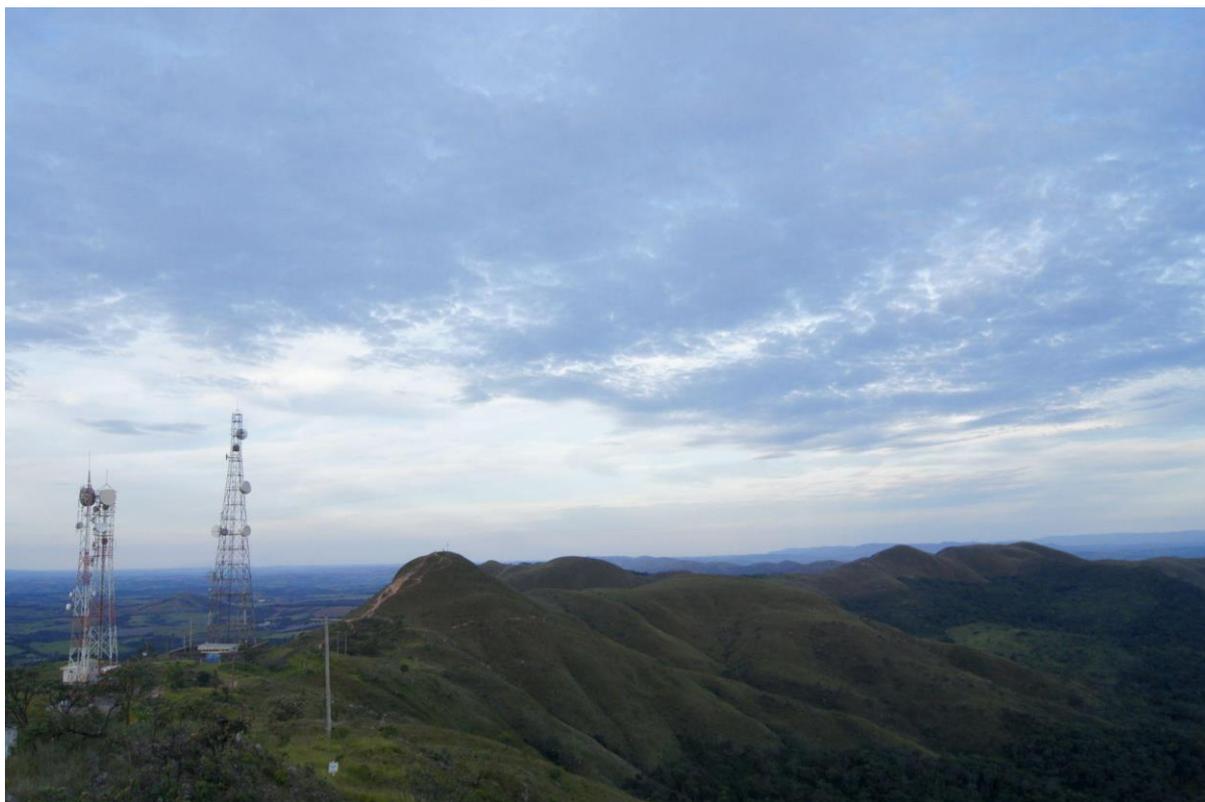
Legenda: 1. Serra do Faria; 2. Serra da Bocaina; 3. Serra do Carrapato (município de Lavras); 4. Serra do Campestre (município de Ingaí); 5. Serra da Estância (município de Itumirim); 6. Serra do Pombeiro; 7. Serra do Galinheiro (município de Itutinga); 8. Serra de Carrancas; 9. Serra das Broas (município de Carrancas); 10. Chapada das Perdizes (município de Minduri); 11. Serra da Chapada; 12. Serra do Ouro Grosso (município de Itutinga).

Fonte: Lauriano, Romero (2020).

Durante a condução deste estudo foram realizadas visitas anuais para Serra da Bocaina, a fim de coletar material fúngico na área localizada próxima ao acesso feito pelo município de Lavras, nos anos de 2020, 2022 e 2023. Não houve visita e coleta no ano de 2021 devido a situação pandêmica mundial.

A área delimitada para prospecção de espécimes do gênero *Podaxis* abrange as proximidades das antenas de telecomunicações instaladas no topo da serra, que possuem acesso e caminhos bem demarcados (FIGURA 2).

Figura 2 - Antenas de telecomunicação na crista da Serra da Bocaina, Lavras, MG



Fonte: Do autor (2020).

2.2 Registros e coleta

O primeiro registro foi realizado de forma espontânea, sem planejamento prévio para coleta, devido ao fato de terem sido encontrados durante uma visita casual à serra, no mês de maio de 2020. Não houve coleta do basidiocarpo ou dos esporos, já que, por se tratar de uma visita casual, não foram levados utensílios e recipientes adequados para a devida coleta. Todas as fotos tiradas em campo passaram por uma seleção (FIGURA 3).

Durante uma segunda visita, cerca de um mês depois, foi realizado novo registro fotográfico e a coleta de um exemplar do basidiocarpo. Foram analisados inúmeros cupinzeiros no decorrer das trilhas, porém apenas o cupinzeiro do primeiro registro apresentava basidiomas emergentes.

Neste segundo registro pode-se verificar a presença de um basidiocarpo jovem, ainda esporulando, apresentando esporos de coloração amarela, muito chamativa. Ao tocá-lo, os esporos se dispersam em formato de nuvem, característica essa de alguns fungos secotioides. Pode-se verificar também a presença de dois basidiocarpos já senescentes. Estes, por sua vez, eram os mesmos basidiocarpos registrados um mês antes, durante a primeira visita ao local,

porém em estado de senescência tardio. O basidiocarpo senescente não coletado tinha aproximadamente 24 cm de altura. Este era recoberto por uma grossa camada esporos em degradação, com aspecto de apodrecimento (FIGURA 4).

Figura 3 - Registro de basidiocarpos de *Podaxis argentinus* em associação com cupinzeiro.



Legenda: A esquerda da imagem o basidiocarpo já senescente. Fonte: Do autor (19 de maio de 2020).

Figura 4 - Registro de basidiocarpos em diferentes estágios.



Legenda: Basidiocarpos em estágios diferentes, do mais jovem ao mais velho, seguindo da direita para esquerda, respectivamente.

Fonte: Do autor (13 de julho de 2020).

Figura 5 - Registro das amostras coletadas.



Legenda: Escala = 1cm.

Fonte: Do autor (2023).

A coleta foi feita com auxílio de um canivete limpo e para armazenagem das amostras foram utilizados potes plásticos de polipropileno, devidamente esterilizados.

A amostra do basidiocarpio mais jovem (Figura 5) possuía altura = 11,5 cm, píleo = 7 cm, estipe = 4,5 cm até a base do píleo. Seco, com píleo de aspecto almofadado e recoberto de uma camada grossa de esporos que variam de amarelos para marrom escuro. A amostra do basidiocarpio senescente (Figura 5) possuía, altura = 27 cm, píleo = 18,5cm, estipe = 9 cm até a base do píleo. Seco, com aspecto de madeira, com estipe alongado e dobrado na ponta, provavelmente por conta de seu estágio de degradação. Recoberto de uma grossa camada de esporos que variam de marrom para preto.

Por serem fungos secotioides, seu píleo desenvolve-se recobrimdo quase toda extensão do estipe. No exemplo da Figura 4, pode-se observar que a ponta do estipe aparece em cima do píleo, demonstrando que a estipe representa quase que a altura total do basidiocarpio.

Devido a situação pandêmica mundial, no ano de 2021, não houve possibilidade de visitar a região de amostragem. Já no ano de 2022, no mês de julho, foi realizada uma nova visita. Nesta, não houve sucesso em encontrar novas ocorrências. O único cupinzeiro registrado, apresentando associação com *Podaxis* spp. em 2020, não possuía novos corpos de frutificação. Apesar da ausência de basidiocarpo emergente, pode-se verificar cupins em atividade dentro do cupinzeiro. Foi possível ainda, registrar a base do estipe do cogumelo ainda presentes e aderidos ao cupinzeiro (FIGURA 6).

No ano de 2023, durante o mês de junho, foi possível regressar à região de coleta. Contudo não houve sucesso no registro de uma nova ocorrência. Ainda assim, foi possível registrar a base do estipe dos basidiocarpos ainda presentes e aderidos ao cupinzeiro, mesmo passado mais de um ano após o registro anterior. Pode-se verificar também atividade dos cupins (FIGURA 6).

O registro fotográfico da amostra coletada foi submetido nas plataformas iNaturalist e Mushroom Observer, a fim de contribuir diretamente para o conhecimento acerca dos cogumelos que ocorrem na região.

Figura 6 - Registro fotográfico da base da estipe ainda aderida ao cupinzeiro.



Legenda: Base da estipe ainda aderida no cupinzeiro, mesmo 3 anos após primeiro registro.

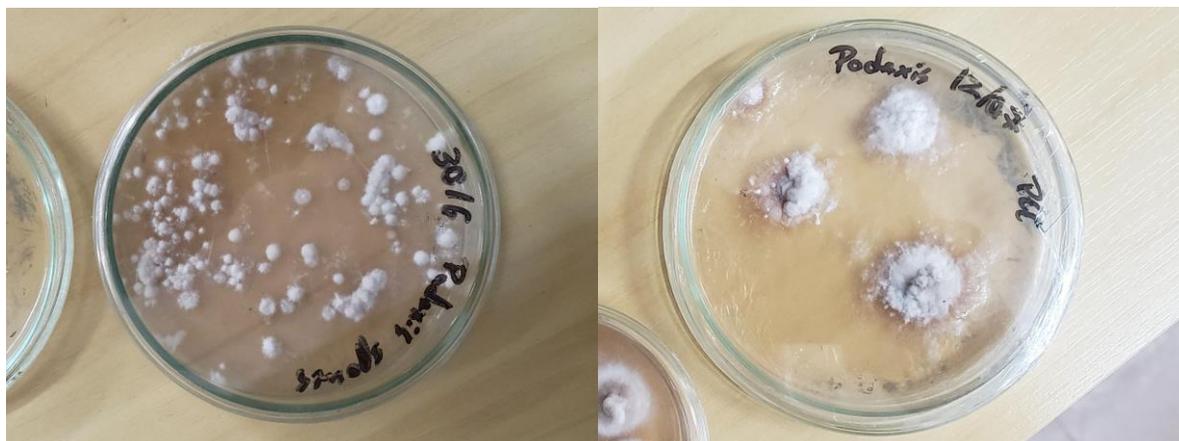
Fonte: Do autor (20 de julho de 2022 e 12 de junho de 2023).

2.3 Análises e procedimentos

Os materiais coletados foram preparados seguindo técnicas usuais de herborização, com intuito de incorporar as exsiccatas no Herbário ESAL (Universidade Federal de Lavras). A identificação dos materiais coletados foi realizada por meio de uso de chaves de identificação (Oliveira, 2019) disponíveis para tribos, gêneros e espécies em literatura, comparações

morfológicas e com exsicatas do INCT - Herbário Virtual da Flora e dos Fungos e confirmado por especialistas.

Figura 7 - Registro fotográfico das placas provenientes do plaqueamento direto de esporos e basidiocarpo, respectivamente.



Fonte: Do autor (2023)

As análises das características macroscópicas foram baseadas nos caracteres diagnósticos propostos na literatura especializada (Oliveira, 2019), feitas a olho nu e para maiores detalhes com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

A amostra coletada foi cultivada por um método de repicagem direta, com técnica de espalhamento microbiano em placa por esgotamento. O meio de cultura utilizado foi o Ágar Batata Dextrose (BDA) (Figura 7). Após a obtenção das placas com culturas puras, realizou-se a extração de material genético. Foi empregado um protocolo de extração descrito por Izumitsu et al. (2012).

Para as reações PCR, utilizou-se um termociclador da marca Biometra de modelo TProfessional BASIC 96 Gradiente. O programa utilizado para PCR foi de 36 ciclos ao total, com temperatura variando a cada etapa entre 94°C, 57°C e 72°C. O produto obtido a partir da PCR foi devidamente armazenado em freezer a -20°C.

Empregou-se eletroforese em gel de agarose para verificar a qualidade do produto da PCR, garantindo que haja material genético na amostra. O gel foi preparado com TAE (1x), com concentração de 0,8% de agarose. Para visualização da corrida foi utilizado um Transiluminador UV da marca DNR Bio-imaging Systems de modelo MiniBIS 16mm.

Foi realizada purificação da amostra com beads magnéticas, utilizando um kit de purificação da marca Magtivio, de modelo MagSi-NGS PREP Plus.

Realizou-se o sequenciamento genético da região ITS do indivíduo amostrado, para confirmação da identificação clássica ou indicação de uma nova espécie. Foi utilizado o primer ITS1 (5'TTC CGT AGG TGA ACC TGC GG 3') como forward primer, juntamente com ITS4 (5' TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3') como reverse primer. Para isso, a amostra purificada foi enviada, junto aos primers, para o instituto René Rachou - Fiocruz Minas, para realização do serviço de Sequenciamento, utilizando a plataforma Sanger BH – RPT01E.

Os dados obtidos a partir do sequenciamento foram submetidos ao alinhamento do tipo BLAST (NCBI). Os resultados do alinhamento indicaram similaridade com sequências previamente depositadas no GenBank.

Para confirmar a identificação obtida por sequenciamento, foram feitas medidas do comprimento e largura de 25 esporos, usando um microscópio Motic de modelo BA210E com um conversor ótico Bel de modelo HD-CAM light. Foi utilizado o software TCapture (versão 3.9.0.605) para captura das imagens. Os esporos foram fixados em lâmina com solução de KOH (3%). A análise foi feita comparando o comprimento e largura dos esporos, da amostra coletada, com relação a outras análises descritas na literatura, entre espécimes de *Podaxis* spp.

4 RESULTADOS

Com uso do meio BDA, foram isoladas com sucesso culturas da amostra coletada, tanto a partir dos esporos quanto do corpo de frutificação (basidiocarpo). Uma vez purificado, este espécime foi capaz de crescer em meio BDA, porém apresentou crescimento vagaroso. As culturas não se mostraram susceptíveis a contaminantes.

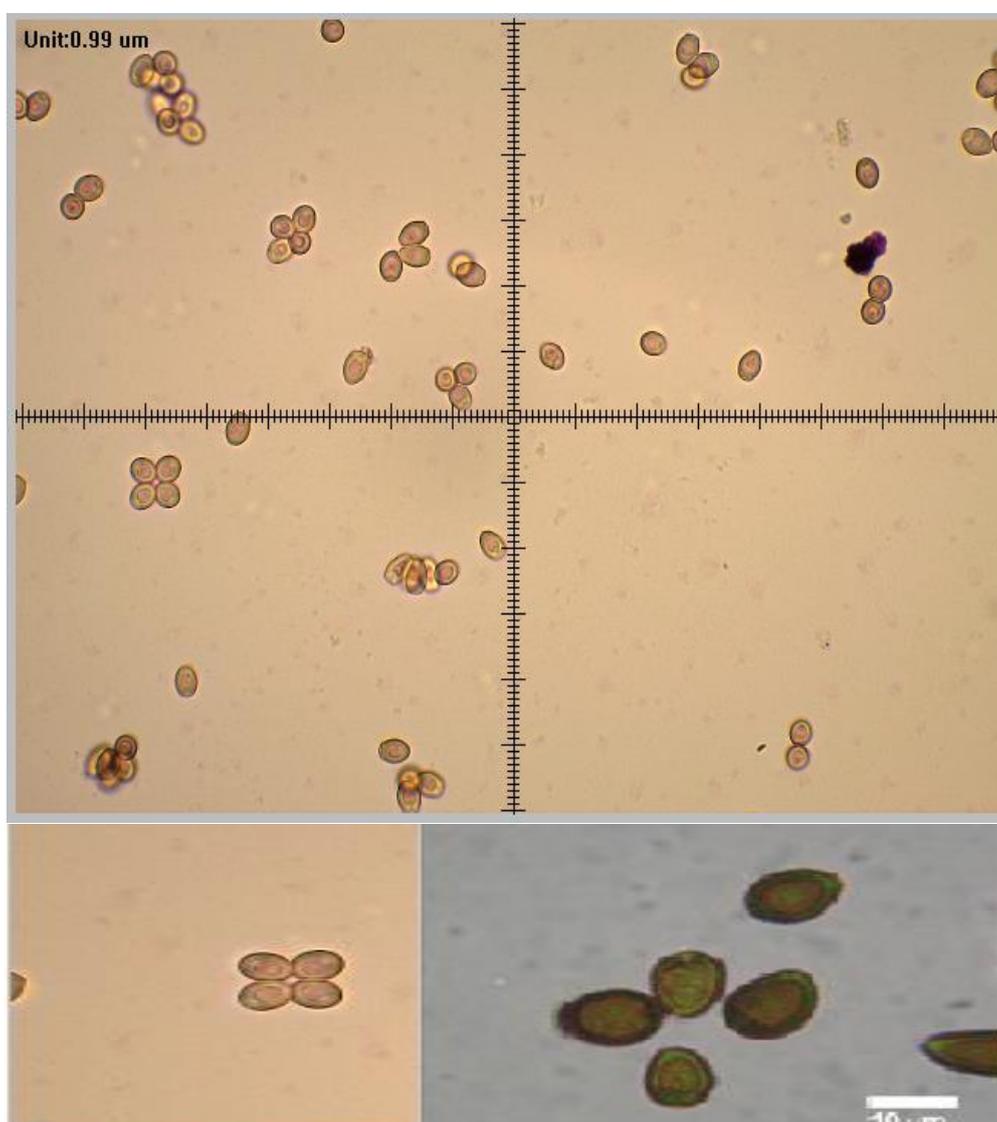
A análise genética, com base nas sequências da região ITS, revelou que a amostra coletada na região da Serra da Bocaina, Lavras, Minas Gerais, durante a condução deste trabalho, possui 740 pares de base, com 97,18% de identidade com *P. pistillaris*. O alinhamento de sequências pela plataforma BLAST, de código RID:99K6S89V01N, indicou similaridade da sequência analisada neste artigo com a sequência de ID:MW430045.1 depositada no GenBank.

O tamanho médio dos 25 esporos aferidos, foi de 7,4 um de comprimento por 5,5 um de largura. O tamanho e morfologia dos esporos presente no levantamento bibliográfico foi

comparado com as medidas obtidas a partir do material coletado neste estudo. Com isso, pode-se verificar que os esporos amostrados neste estudo possuem conformidade com o tamanho médio dos esporos da espécie *P. argentinus* Speg. (FIGURA 9).

A partir das bibliografias levantadas durante a condução deste trabalho pode-se inferir que este é o primeiro registro científico da ocorrência dessa espécie (*Podaxis argentinus* Speg.) para a região de Lavras, Minas Gerais. Também é o primeiro registro científico dessa espécie para o bioma Cerrado.

Figura 9 - Fotomontagem dos esporos de *P. argentinus* e *P. pistillaris*, para vias de comparação.



Legenda: Lâmina de esporos, da amostra coletada, de *Podaxis argentinus* Speg., vistos em microscópio óptico, com aumento de 400x. Fotomontagem de esporos de *P. argentinus* e *P. pistillaris*, para vias de comparação, como escalas aproximadas.

Fonte: Do autor (2023) e (MEDINA-ORTIZ, A. J. et al., 2023).

5 DISCUSSÃO

Podaxis é um fungo agaricóide muito importante em regiões áridas ao redor do mundo, devido aos seus valores culinários e etnomedicinais. A compreensão de seus potenciais biotecnológicos, como antioxidante e anti-inflamatório, é fundamental para elucidar suas propriedades medicinais e possivelmente aplicá-las em prol da sociedade. A condução do estudo teve como objetivo principal verificar qual espécie do gênero *Podaxis* foi amostrada na Serra da Bocaina, Lavras, MG.

Análise filogenética mais recente, conduzida por Conlon et al., (2016) designou 5 diferentes clados para o gênero *Podaxis*. Entretanto, os estudos conduzidos por estes autores não englobam espécies coletadas na América do Sul. Logo, fica aberta uma lacuna nessa análise, pois alguns registros ao redor do mundo foram negligenciados. Tendo em vista a diferença no tamanho dos esporos de *P. argentinum*, se mostra necessário a realização de uma análise filogenética que englobe esse espécime de esporos diminutos.

Este trabalho evidenciou a necessidade de um sequenciamento do genoma completo das exsiccatas originais coletadas por Spegazzini em 1898. Com isso, seria possível fazer inferências mais precisas, além da possibilidade de se trabalhar de forma mais coesa a filogenia desse intrigante gênero fúngico.

Apesar da análise genética conduzida neste estudo ter resultado indicando 97,18% de similaridade da amostra com a espécie *P. pistillaris* (L.) Fr., esse valor pode ser considerado baixo para uma inferência de similaridade genética. Com isso, é presumível que a amostra coletada neste trabalho é de outra espécie dentro do gênero *Podaxis* spp.

Vários estudos anteriores sugerem que a redução das espécies para *Podaxis pistillaris* é incorrecta. Segundo Dios et al. (2001) as diferenças entre as espécies são essencialmente microscópicas. Os esporos de *P. argentinus* (5-8 x 4-5 um) são menores do que os de *P. pistillaris* (9-17 x 8-13 um) e apresentam um poro germinativo menor, por vezes, difícil de observar em microscópio óptico, mas claramente visível em microscopia eletrônica.

A análise morfológica dos esporos coletados durante a condução deste trabalho se adequam com as inferências de Dios et al. (2001) de que *P. argentinus* possui esporos menores em comprimento se comparados a espécies de *P. pistillaris*, além de um poro germinativo menor, já que os esporos da amostra coletada neste trabalho possuem em média 7,4 x 5,5 um.

Pode-se inferir, a partir do levantamento bibliográfico feito neste trabalho, que a amostra coletada na região da Serra da Bocaina, no município de Lavras, Minas Gerais é um fungo pertencente a espécie *Podaxis* cf. *argentinus* Speg.. A abreviatura “cf.” indica que a

espécie deve ser a indicada, porém, é preciso maiores confirmações, devido a carência de informação sobre o gênero *Podaxis* e principalmente sobre a espécie *P. argentinus*.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho fornece dados morfológicos e moleculares preliminares de uma espécie coletada no estado de Minas Gerais, Brasil. O registro da ocorrência dessa espécie (*Podaxis* cf. *argentinus* Speg.) para essa região do Brasil, e para o bioma Cerrado, se mostra uma novidade dentro da literatura científica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. A. **Composição florística e estrutura da vegetação de campo rupestre sobre quartzito no Complexo Serra da Bocaina-MG**. Universidade Federal de Lavras, MG. Lavras, 2013. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/14016>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

BASEIA, I. G.; GALVÃO, T. C. de O. **Some interesting Gasteromycetes (Basidiomycota) in dry areas from Northeastern Brazil**. Acta Botanica Brasílica, v. 16, p. 01-08, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/6yxkGz3cNTNpdms5rtJ5qGg/abstract/?lang=en>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

CAVALCANTI, L. H. et al. **Medicinal fungi used by rural communities in Northeastern Brazil**. Indian Journal of Traditional Knowledge (IJTK), v. 20, n. 4, p. 982-989, 2021. Disponível em: <https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/58491/1/IJTK%20Vol.20%284%29%20982-989.pdf>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

CONLON, B. H. et al. **Genome reduction and relaxed selection is associated with the transition to symbiosis in the basidiomycete genus *Podaxis***. iScience, v. 24, n. 6, p. 102680, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34189441/>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

CONLON, B. H. et al. **Phylogenetic analyses of *Podaxis* specimens from Southern Africa reveal hidden diversity and new insights into associations with termites**. Fungal biology, v. 120, n. 9, p. 1065-1076, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27567713/>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

CONLON, B. H. et al. **Reviewing the taxonomy of *Podaxis*: Opportunities for understanding extreme fungal lifestyles**. Fungal Biology, v. 123, n. 3, p. 183-187, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30798873/>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

DA COSTA, G. N. et al. **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: Editora Universitária UFPE.[Revisada em: 7 Abr 2018]. 2013. Disponível em: https://ahim.files.wordpress.com/2014/04/manual_procedimientos_herbarios_portuges_2013.pdf. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

- DEVKOTA, S. et al. **Systematic review of fungi, their diversity and role in ecosystem services from the Far Eastern Himalayan Landscape (FHL)**. *Heliyon*, p. e12756, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022040440>. Acesso em: 27 de jun. de 2021.
- DIOS, M. M.; MORENO, G.; ALTÉS, A. ***Podaxis argentinus* and other species of Podaxaceae from Catamarca, Argentina**. *Mycotaxon*, v. 80, p. 453-460, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Moreno-12/publication/298309160_Podaxis_argentinus_and_other_species_of_Podaxaceae_from_Catamarca_Argentina/links/5a55ec0445851547b1bde924/Podaxis-argentinus-and-other-species-of-Podaxaceae-from-Catamarca-Argentina.pdf. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- EL-FALLAL, A.; EL-SAYED, A. K.; EL-GHARABAWY, H. M. ***Podaxis pistillaris* (L.) Fr. and *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer; new addition to macrofungi of Egypt**. *Egyptian Journal of Botany*, v. 59, n. 2, p. 413-423, 2019. Disponível em: https://ejbo.journals.ekb.eg/article_27530.html. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- FORZZA, R. C. et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/z3529/pdf/forzza-9788560035083.pdf><https://static.scielo.org/scielobooks/z3529/pdf/forzza-9788560035083.pdf>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- HILTON, R. N.; KENNEALLY, K. F. **The desert *Coprinus* fungus (*Podaxis pistillaris*) in Western Australia**. *Western Australian Naturalist*, v. 15, p. 21-26, 1981. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/part/310480>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- HYDE, K.D. et al. **The numbers of fungi**. *Fungal Diversity* 114, 1 (2022). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13225-022-00507-y>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- IZUMITSU, K. et al. **Rapid and simple preparation of mushroom DNA directly from colonies and fruiting bodies for PCR**. *Mycoscience*, v. 53, n. 5, p. 396-401, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1340354012700566>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- LAURIANO, M. H.; ROMERO, R.. **Melastomataceae Juss. do Complexo de Serras da Bocaina e de Carrancas, Estado de Minas Gerais, Brasil: inventário e comparação florística**. *Hoehnea*, v. 49, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/KttjP78Mg3Q6fXtfm9Y6vDQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- MAIA, Leonor C. et al. **Diversity of Brazilian fungi**. *Rodriguésia*, v. 66, p. 1033-1045, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/n98JMXKKGvhdCJr3YmCw3mm/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.
- MARTÍNEZ, A. **Notes sobre el genero *Podaxis* (Gasteromycetes) en Argentina**. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, v. 14, n. 1-2, p. 73-87, 1971. Disponível em: <https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2018/09/73-87005.pdf>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.
- MCKNIGHT, K. H.; STRANSKY, Ma.. **Notes on *Podaxis argentinum* from North America**. *Mycologia*, v. 72, n. 1, p. 195-199, 1980. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/6yxxGz3cNTNpdms5rtJ5qGg/?format=pdf>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

MCKNIGHT, K. H. **The small-spored species of *Podaxis***. Mycologia, v. 77, n. 1, p. 24-35, 1985. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3793245>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

MEDINA-ORTIZ, A. J. et al. **The genus *Podaxis* in arid regions of Mexico: preliminary ITS phylogeny and ethnomycological use**. MycoKeys, v. 20, p. 17-36, 2017. Disponível em: <https://mycokeys.pensoft.net/article/11570/>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

MORSE, E. E.. **A study of the genus *Podaxis***. Mycologia, v. 25, n. 1, p. 1-33, 1933. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3754126>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

MORSE, E. E. ***Podaxis pistillaris*. II**. Mycologia, v. 33, n. 6, p. 609-610, 1941. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00275514.1941.12020856>. Acesso em: 27 de jun. de 2023

NCBI - National Center for Biotechnology Information, 22 de jun. de 2023.. Disponível em: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>. Acesso em: 22 de jun. de 2023

OLIVEIRA, R. de L.. **Taxonomia de fungos gasteroides (Basidiomycota) em áreas de caatinga do Rio Grande do Norte e Paraíba, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Brasil, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27171>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

SANTOS, et al. **Propriedades antioxidantes de extratos aquosos ricos em polissacarídeos do cogumelo comestível *Podaxis pistillaris*** - Depto. de Bioquímica - UFRN - Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/5923.htm>. Acesso em: 13 de jun. de 2023.

SILVA, B. D. B. da. **Estudos sobre fungos gasteroides (Basidiomycota) no Nordeste brasileiro**. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12792>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

SOS Mata Atlântica, 20 de jun de 2023. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>. Acesso em: 20 de jun. de 2023.

Species Fungorum, 20 de jun. de 2023. Disponível em: <https://www.speciesfungorum.org/>. Acesso em: 20 de jun. de 2023.

World Wildlife Fund, 20 de jun. de 2023. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?74962/Bioma-Cerrado>. acesso em: 20 de jun. de 2023.