

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



Nathália Ubaldo Ferretti Cisneros

Checklist do *Ophiocordyceps* (Hypocreales, Ascomycota) para o Brasil

João Pessoa
2023

Nathália Ubaldo Ferretti Cisneros

Checklist do *Ophiocordyceps* (Hypocreales, Ascomycota) para o Brasil

Trabalho acadêmico de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Felipe Wartchow

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C579c Cisneros, Nathália Ubaldo Ferretti.
Checklist do Ophiocordyceps (Hypocreales,
Ascomycota) para o Brasil / Nathália Ubaldo Ferretti
Cisneros. - João Pessoa, 2023.
38 p. : il.

Orientação: Felipe Wartchow.
TCC (Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas) -
UFPB/CCEN.

1. Amazônia. 2. Endemismo. 3. Entomopatógeno. 4.
Floresta tropical. I. Wartchow, Felipe. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 57(043.2)

Nathália Ubaldo Ferretti Cisneros

Checklist do *Ophiocordyceps* (Hypocreales, Ascomycota) para o Brasil

Trabalho acadêmico de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 14/11/2023.

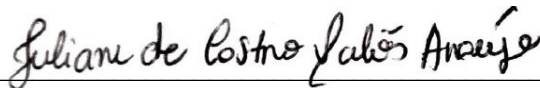
Banca Examinadora



Prof. Doutor Felipe Wartchow
Orientador
(UFPB/CCEN/DSE)



Mestre Erica de Souza Falcão
Avaliadora
(UFPB/CCEN/DSE)



Mestre Juliane de Castro Valões Araújo
Avaliadora
(UFPB/CCEN/DSE)

Dedico aos meus pais e ao meu orientador.

AGRADECIMENTOS

O mais profundo agradecimento à minha família, em especial à Rosane e ao Álvaro, meus pais, por incentivarem a paixão juvenil que tive pela natureza, e ao poder desenvolvê-la, pude contemplar melhor a sua beleza, o conhecimento transformou aquele antigo sentimento em amor, e a isso me dedico.

Há tempos que os fungos eram alvo de minha atenção, todavia não havia me imaginado estudando-os a fundo. Foi então, que no segundo período da graduação, comecei a disciplina 'Biologia e Sistemática de Fungos, Algas e Briófitas', ministrada por três professores aos quais possuo enorme consideração, dentre eles o meu orientador, Felipe Wartchow, a quem guardo tremenda gratidão, seus ensinamentos iniciaram o meu interesse sobre o grupo e guiaram a minha jornada acadêmica. Por onde, a maior parte passei no Laboratório de Morfo-Taxonomia Fúngica, e aos seus integrantes agradeço, pelo aprendizado por eles mediado.

“Durante toda a minha vida, as novas descobertas sobre a natureza me alegraram como uma criança.”
(Marie Curie)

RESUMO

O gênero tipo da família Ophiocordycipitaceae, *Ophiocordyceps* é um entomopatógeno vasto em suas espécies e amplamente distribuído pelo mundo. Desenvolve-se em variadas ordens de insetos, onde provavelmente é importante no controle das populações. Alguns representantes do grupo são utilizados no controle biológico de pragas agrícolas, e outros na formação de medicamentos, possuindo assim variados usos e proeminente importância. Registros de sua ocorrência são conhecidos em diversos estados brasileiros, no entanto, sem uma organização das informações, e estando ciente da elevada biodiversidade promovida pelos diferentes domínios fitogeográficos das regiões brasileiras, a expectativa para o número de espécies do grupo é igualmente alta. Sabendo disso, o objetivo do trabalho é sistematizar publicações acerca de registros do gênero em território brasileiro. Desse modo, o estudo sumariza dados de estudos publicados nos últimos 180 anos e forma uma listagem prática de espécies. O total obtido foi 56 espécies, das quais 36 endêmicas. As ocorrências foram apontadas para 15 estados, abrangendo todas as regiões brasileiras, onde no Norte foi tida a maior diversidade, e depois no Sul, de forma que o maior número de registros foi no bioma da Amazônia e da Mata Atlântica, enquanto que para o Centro-Oeste e o Nordeste, os números foram os mais baixos. Tais resultados podem ser explicados pela ausência de estudos micológicos nessas regiões, indicando uma necessidade de novos inventários para esclarecer a riqueza desse fungo. Outro fator influenciador pode ser a sua ecologia, pois seus registros a nível mundial são principalmente em florestas tropicais. O trabalho aponta a diversidade de espécies de *Ophiocordyceps* para o Brasil, revelado como elevado em endemismos, e sugere uma ampliação do conhecimento acerca desse gênero, mediante novas pesquisas, para um melhor entendimento da biodiversidade, e para a formação de estratégias de conservação.

Palavras-chave: amazônia; endemismo; entomopatógeno; floresta tropical.

ABSTRACT

The type genus of the Ophiocordycipitaceae family, *Ophiocordyceps* is an entomopathogen vast in its species and widely distributed throughout the world. It develops in various orders of insects, where it is probably important in controlling populations. Some representatives of the group are used in the biological control of agricultural pests, and others in the formation of medicines, thus having varied uses and prominent importance. Records of its occurrence are known in several Brazilian states, however, without an organization of information, and being aware of the high biodiversity promoted by the different phytogeographical domains of Brazilian regions, the expectation for the number of species in the group is equally high. Knowing this, the objective of the work is to systematize publications about records of the genre in Brazilian territory. In this way, the study summarizes data from studies published in the last 180 years and forms a practical list of species. The total obtained was 56 species, of which 36 were endemic. The occurrences were reported in 15 states, covering all Brazilian regions, where the greatest diversity was found in the North, and then in the South, so that the largest number of records was in the Amazon and Atlantic Forest biomes, while for the Central-West and Northeast, the numbers were the lowest. Such results can be explained by the lack of mycological studies in these regions, indicating a need for new inventories to clarify the richness of this fungus. Another influencing factor may be its ecology, as its records worldwide are mainly in tropical forests. The work highlights the diversity of *Ophiocordyceps* species in Brazil, revealed as high in endemism, and suggests an expansion of knowledge about this genus, through new research, for a better understanding of biodiversity, and for the formation of conservation strategies.

Keywords: amazon; endemism; entomopathogen; tropical forest.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os complexos principais de <i>Ophiocordyceps</i>	13
Gráfico 1 – Registros de espécies de <i>Ophiocordyceps</i> em cada região do Brasil.....	26
Gráfico 2 – Quantidade de espécies de <i>Ophiocordyceps</i> em cada estado brasileiro.....	27
Figura 2 – Distribuição das espécies de <i>Ophiocordyceps</i> no Brasil. Em negrito estão as consideradas endêmicas.....	28
Gráfico 3 – Relação das espécies de <i>Ophiocordyceps</i> registradas no Brasil com a sua ocorrência no mundo.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	12
2.1 REGISTRO DE ESPÉCIES	12
2.2 O GÊNERO <i>OPHIOCORDYCEPS</i>	13
2.2.1 Taxonomia.....	13
2.2.2 Aspectos ecológicos.....	14
2.2.3 Importância na economia e na saúde.....	15
3 OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
4.1 REVISÃO DE ESPÉCIES	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1 ESPÉCIES DE <i>OPHIOCORDYCEPS</i> NO BRASIL.....	18
5.2 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES.....	26
6 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é formado por uma extensão territorial vasta e rica em diversidade, das aproximadas 99.000 espécies de fungo descritas no mundo (KIRK et al., 2008), são estimadas 13.800 para o país (LEWINSOHN e PRADO, 2006). A sua área é constituída pelos seguintes Domínios Fitogeográficos, Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal (VELOSO et al., 1991), cada um com características variadas, formando diferentes fitofisionomias, hábitats e micro-hábitats, lugares propícios para muitos organismos, incluindo os fungos (FORZZA et al., 2010).

O Reino Fungi possui parasitas espalhados por diversos grupos, principalmente no Filo Ascomycota (ARAÚJO e HUGHES, 2016), onde na ordem Hypocreales está inserido o gênero *Ophiocordyceps* Petch, considerado um dos maiores dentre os entomopatógenos (ARAÚJO e HUGHES, 2017). Desenvolvem-se em muitos substratos, incluindo insetos dos grupos Odonata, Dermaptera, Phasmatodea, Orthoptera, Blattaria, Isoptera, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Mantodea, Lepidoptera, Neuroptera, Diptera e Hymenoptera (KOBAYASI, 1941; MAINS, 1958; EVANS, 1982; EVANS e SAMSON, 1982, 1984; KEPLER et al., 2013; SANJUAN et al., 2015; ARAÚJO e HUGHES, 2017), além de parasitar aranhas (KOBAYASI, 1941; MAINS, 1958; SHRESTHA et al., 2019). Sua distribuição é pantropical, ao longo de muitas florestas tropicais pelo mundo (EVANS et al., 2011b).

São conhecidas manipulações comportamentais provocadas em formigas infectadas, antes de morrerem, por espécies do gênero, principalmente do clado central *Ophiocordyceps unilateralis* (Tul.) Petch (ARAÚJO et al., 2018). Após a infecção, os hospedeiros são levados a se afastar do ninho e a subir em diferentes partes da vegetação, por onde se prendem com o próprio corpo, fazendo com que se mantenham ao local onde morrerão, normalmente em um ambiente favorável ao fungo (ANDERSEN et al., 2009). O corpo da formiga ao final é consumido (DE BEKKER et al., 2015) e sobre ele se eleva um ascoma produzido pelo parasita, por onde serão dispersos esporos capazes de infectar novos hospedeiros (EVANS e SAMSON, 1984).

A peculiar manipulação comportamental observada é causada pelo fenótipo estendido do parasita (DAWKINS, 1982). Pesquisas envolvendo esses entomopatógenos podem trazer o esclarecimento das intrincadas relações que possuem com os seus hospedeiros, e estando ciente do desaparecimento dos sistemas florestais, é enfático entender os organismos que eles possuem e as relações desenvolvidas entre seus habitantes (EVANS et al., 2011b).

Devido a ausência de um checklist sobre esse fungo no país, dados publicados há décadas permaneciam soltos e confusos, dificultando o entendimento da diversidade real do grupo. Sabendo disso, este trabalho traz uma sistematização sobre publicações envolvendo registros do *Ophiocordyceps* para o Brasil, organizando os dados em uma listagem prática das espécies e auxiliando na disponibilidade de informações.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REGISTRO DE ESPÉCIES

Das espécies fúngicas no mundo, estima-se que 90% ainda não foram conhecidas (ANTONELLI et al., 2020). No Brasil, trabalhos envolvendo descrições e registros de espécies são extremamente importantes, pois auxiliam no conhecimento da biodiversidade e trazem novas visões, esclarecedoras, sobre a realidade da natureza. Para tal, a organização de dados sobre diferentes grupos deve ser feita analogamente. No trabalho de Maia e Carvalho Junior (2010), os registros de espécies de fungos nas regiões brasileiras foram organizados, tornando possível saber que os maiores números ocorreram nos estados de São Paulo (1.161 spp.), Pernambuco (937 spp.), Rio Grande do Sul (856 spp.) e Bahia (584 spp.), possivelmente pela concentração de micólogos e pesquisas micológicas em tais estados, por outro lado, na Região Centro-Oeste e nos estados do Maranhão e do Espírito Santo haviam poucas informações, supõe-se que seja pela falta de estudos relacionados sendo desenvolvidos, impossibilitando a quantidade de registros observada em outras localidades, e indicando a necessidade de novos inventários.

Especificamente para o gênero *Ophiocordyceps*, 326 espécies foram reportadas no mundo inteiro (INDEX FUNGORUM, 2023), mas para o Brasil não há uma quantidade certa registrada. Apesar de diversos trabalhos registrarem novas espécies e ocorrências, ao longo de anos de publicações, os dados estavam dispersos, e por muitas ocasiões espécies do grupo receberam diferentes nomes. Esse fato acontecia com frequência em tempos antigos, ocasionado pela análise de uma mesma espécie em diferentes estados de maturidade, ou com pequenas variações, escassez de material, ausência de equipamento adequado na época, confusão devido a diferentes hospedeiros sendo parasitados ou devido a uma destruição quase total deles, dificultando a identificação da espécie infectada, o que poderia auxiliar na identificação exata do entomopatógeno. Além disso, havia uma dificuldade de relacionar a morfologia sexual da assexual em uma mesma espécie, de maneira que poderiam ser identificados de forma divergente. Inclusive, possuíam uma nomenclatura dupla até 2013 (HAWKSWORTH et al., 2011), de acordo com o tipo de morfologia. Atualmente, por meio de análises moleculares, existe uma segurança maior para designar as espécies do grupo,

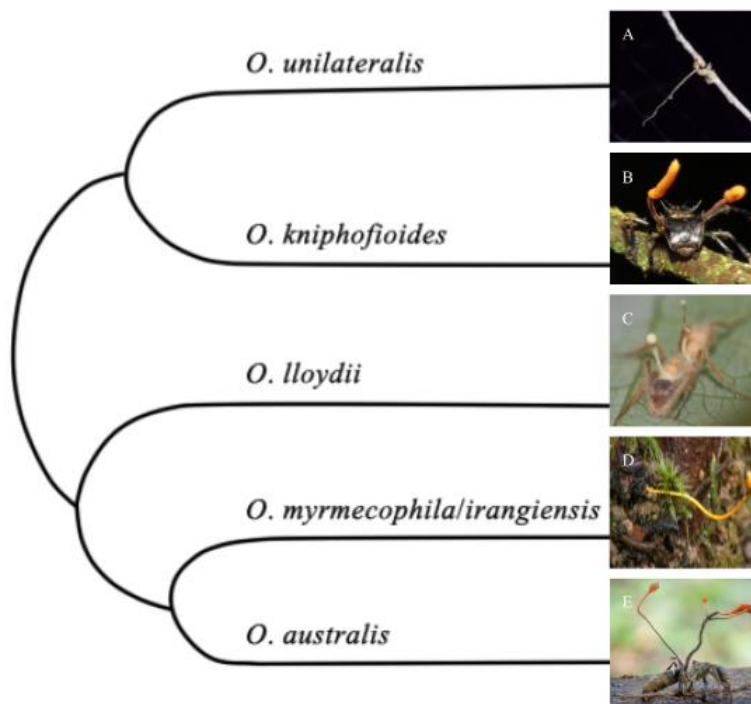
muitas das quais tiveram a sua classificação filogenética apontada e combinações atualizadas por meio de trabalhos como o de Sung et al. (2007).

2.2 O GÊNERO *OPHIOCORDYCEPS*

2.2.1 Taxonomia

Inicialmente, as espécies em *Ophiocordyceps* pertenciam ao gênero *Cordyceps* Fr. (FRIES, 1818), o grupo foi então estabelecido por Petch (1931). Mais tarde, as espécies foram inseridas em quatro gêneros, nas famílias Clavicipitaceae, Cordycipitaceae e Ophiocordycipitaceae. Nessa última, o gênero tipo é *Ophiocordyceps*, importante no entendimento taxonômico e morfológico do grupo (EVANS et al., 2011a). Através de estudos filogenéticos, o gênero foi organizado em cinco complexos principais (Figura 1), *Ophiocordyceps myrmecophila* Ces./*O. irangiensis* Moureau, *O. lloydii* Fawc., *O. australis* Speg., *O. kniphofioides* H.C. Evans & Samson e *O. unilateralis* (ARAÛJO e HUGHES, 2017).

Figura 1. Os complexos principais de *Ophiocordyceps*.



Fonte: Elaborada pela autora. A. Girgente (2018), B. Hoyer (2019), C. Muñoz-Amezcuca (2018), D. Yeung (2021) e E. Newman (2012). As fotos foram cortadas e editadas.

No complexo *myrmecophila/irangiensis* é marcante o estroma solitário, simples, amarelo a laranja, com a cabeça fértil ovóide e ascósporos dividindo-se em 64 fragmosporos, de formato usado para distinguir *O. myrmecophila* e *O. irangiensis* (MAINS, 1940; MOUREAU, 1961). Um ou dois estromas amarelos podem ocorrer no complexo *O. lloydii*, com peritécios dispostos verticalmente (ARAÚJO e HUGHES, 2017). Comumente *O. australis* possui estipe longo, fino, preto e uma cabeça fértil carmesim (ARAÚJO et al., 2020). Os ascósporos formados nos três últimos complexos citados dividem-se em 64 fragmosporos (HYWEL-JONES, 2002). No caso de *O. kniphofioides* o ascoma é laranja e sua parte fértil cobre 360° do pedúnculo (ARAÚJO et al., 2018). Para finalizar, *O. unilateralis* normalmente possui estroma único, marrom a preto, e cresce unilateralmente (ARAÚJO et al., 2018).

2.2.2 Aspectos ecológicos

Múltiplas interações foram registradas entre representantes de *Ophiocordyceps* e diversos outros organismos, próximos ou distantes filogeneticamente, em diferentes formas ecológicas, compondo teias que vêm sendo documentadas. Espécies do clado central *O. unilateralis*, do subclado *O. oecophyllae* J.P.M. Araújo, Abell, Marney, R.G. Shivas, H.C. Evans & D.P. Hughes e de *O. kniphofioides*, de acordo com Araújo et al. (2018), causam mudanças no comportamento dos hospedeiros. Normalmente, comportamentos manipulados começam a ser notados após a infecção, onde determinadas espécies em *Ophiocordyceps*, causam movimentos erráticos nas formigas hospedeiras, impedindo-as de forragear adequadamente e, com o tempo, elas se distanciam do ninho, sendo esse fator benéfico ao fungo, pois as formigas poderiam ser atacadas pelas saudáveis (TRINH et al., 2021). Os indivíduos contaminados após deixarem o ninho, em algumas espécies, se direcionam para partes da vegetação, onde se agarram com as patas e/ou realizam uma mordida, para permanecer naquele lugar após a morte, geralmente em regiões com condições ambientais adequadas quanto a temperatura, umidade (ANDERSEN et al., 2009) e luminosidade, para o desenvolvimento do fungo (ANDRIOLLI et al., 2019), considerado saprotrófico e biotrófico (CARDOSO NETO et al., 2019).

Outro caso interessante é o de *Ophiocordyceps sinensis* (Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, que parasita larvas subterrâneas, que vivem em raízes que também podem ser parasitadas, ocorrendo então um salto de hospedeiros propiciado pelo compartilhamento de microhabitats (AGOSTA, 2006). Similarmente, *O. australis* também

possui capacidade de realizar endofitismo, pois contém genes codificadores de enzimas que degradam a parede celular da planta (MENEZES et al., 2023). O micoparasitismo é outra relação sofrida por algumas espécies, que podem ser infectadas por outros grupos da ordem Hypocreales (EVANS et al., 2011a, b).

Dentre os muitos registros de formigas rainhas infectadas, Hugues et al. (2009) coletaram no próprio ninho, *Acromyrmex octospinosus* Reich, 1793 infectada, no Panamá. Quanto às formigas rainhas *Camponotus*, Saltamachia e Araújo (2020) consideram o comportamento pós-nupcial delas determinante na exposição aos fungos, e somado a isso, eles são responsáveis por diversos eventos epizoóticos, com muitos cadáveres infectados ocorrendo sobre um pequeno local (EVANS e SAMSON, 1982). Todos esses fenômenos indicam que os ofiocordicipitáceos atuam no controle das populações de formigas, e são importantes para a estabilidade dos ecossistemas florestais tropicais (EVANS, 1982).

2.2.3 Importância na economia e na saúde

Considerado de elevado valor econômico, *Ophiocordyceps sinensis*, é vendido no mundo inteiro (SHRESTHA et al., 2016) e utilizado em demasiados tipos de tratamentos médicos, como para o aumento da imunidade, na melhora do funcionamento dos rins e pulmões (YOON et al., 2008), além de poder tratar a impotência (SHRESTHA et al., 2013). Outro ponto relevante é o uso de espécies como *O. melolonthae* (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora no controle biológico, para agir em pragas da agricultura (SALGADO-NETO et al., 2017). Esse tipo de ação também foi observada, potencialmente, para *O. dipterigena* Berk. & Broome. Como observado, é um gênero vasto, repleto de possibilidades variadas para usos humanos, de modo que seus estudos podem propiciar benefícios em diferentes áreas de interesse.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Trazer uma sistematização sobre publicações envolvendo registros do *Ophiocordyceps* no Brasil.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Organizar os dados de variados trabalhos em uma listagem prática das espécies brasileiras de *Ophiocordyceps*;

Auxiliar na disponibilidade de informações do gênero *Ophiocordyceps* e da funga do país;

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 REVISÃO DE ESPÉCIES

A revisão bibliográfica de espécies do gênero *Ophiocordyceps* no Brasil foi realizada através de trabalhos publicados durante os últimos 180 anos. A busca foi realizada pela utilização dos seguintes descritores: Brasil, *Cordyceps*, entomopatógeno e *Ophiocordyceps*. Foram averiguados artigos científicos, livros, teses, dissertações, monografias e bases de dados eletrônicas como o “Google Scholar” e o “Biodiversity Heritage Library”. Registros de origem não confiável e dados incertos, foram ignorados. Na distribuição das espécies, seguem informações quanto ao país localizado, abrangendo registros do mundo inteiro. Concernente ao Brasil, suas ocorrências foram organizadas a nível de estado, quando informado. Alguns táxons anteriormente nomeados de modo diferente, foram colocados na nomenclatura das publicações mais recentes que, a eles, referem-se. Clados correspondentes, quando anteriormente organizados, seguem ao longo do texto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESPÉCIES DE *OPHIOCORDYCEPS* NO BRASIL

***Ophiocordyceps ainictos* (A. Möller) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 40. 2007.**

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (MÖLLER, 1901); Madagascar (PETCH, 1935).

***Ophiocordyceps amazonica* (Henn.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora Stud. Mycol. 57: 40. 2007.** Clado *O. ravenelii*.

Distribuição: Acre (HENNING, 1904) e Amazonas, Brasil (SANJUAN et al., 2015); Belize (MAINS, 1958); Colômbia; Equador (SANJUAN et al., 2015).

***Ophiocordyceps aphodii* (Mathieson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 47. 2007.** Clado *O. sobolifera*.

Distribuição: Canadá (MATHIESON, 1949); Nova Zelândia (GLARE et al., 1993); Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022).

***Ophiocordyceps australis* (Speg.) G.H.Sung, J.M.Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 40. 2007.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: São Paulo (SPEGAZZINI, 1881), Santa Catarina (MÖLLER, 1901), Rio de Janeiro (MAINS, 1949), Paraná (DE MEIJER, 2010); Libéria (BEQUAERT, 1922); Jamaica (LLOYD, 1924); República Democrática do Congo; Guiana (MAINS, 1958); Argentina (MAINS, 1959); Gana (EVANS, 1974); Zimbábue; Uganda (EVANS, 1982); Colômbia (SANJUAN et al., 2001).

***Ophiocordyceps bicephala* (Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 40. 2007.**

Distribuição: Amazonas, Brasil (BERKELEY, 1856).

***Ophiocordyceps binata* (H.C. Evans & Samson) Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Mycol. 112: 1155. 2020.**

Distribuição: Pará e Mato Grosso, Brasil; Equador (EVANS e SAMSON, 1984).

***Ophiocordyceps buquetii* (Mont. & C.P. Robin) Spatafora, Kepler & Quandt, IMA Fungus 6: 359. 2015.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Alemanha (ROBIN, 1853); Austrália (COOKE e MASSEE, 1889); São Paulo (SPEGAZZINI, 1889) e Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022); Bolívia (MAINS, 1951); Gana (SAMSON et al., 1981); China (ARAÚJO et al., 2020); Tailândia; Taiwan (MONGKOLSAMRIT et al., 2023).

***Ophiocordyceps caloceroides* (Berk. & M.A. Curtis) Petch, Trans. Brit. Mycol. Soc. 18: 63. 1933.**

Distribuição: Bolívia; Colômbia; Cuba (BERKELEY, 1869; CHIRIVÍ et al., 2017); Equador (HENNING, 1897); Rio de Janeiro (PETCH, 1933) e Rio Grande do Sul, Brasil (BARBOSA et al., 2016); Granada; Libéria (PETCH, 1937); Argentina (MANFRINO et al., 2017).

***Ophiocordyceps camponoti-atricipis* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Phytotaxa 220: 227–229. 2015.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2015).

***Ophiocordyceps camponoti-balzani* H.C. Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 3–4. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Minas Gerais, Brasil (EVANS et al., 2011a).

***Ophiocordyceps camponoti-bispinosi* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Phytotaxa 220: 229. 2015.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2015).

***Ophiocordyceps camponoti-chartificis* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 131. 2018.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2018).

***Ophiocordyceps camponoti-femorati* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 134–138. 2018.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2018).

***Ophiocordyceps camponoti-hippocrepididis* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 138–141. 2018.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2018).

***Ophiocordyceps camponoti-indiani* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Phytotaxa 220: 232. 2015.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2015).

***Ophiocordyceps camponoti-melanotici* H.C. Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 4–5. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Minas Gerais, Brasil (EVANS et al., 2011a).

***Ophiocordyceps aff. camponoti-melanotici* sp. 1 H.C. Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 4–5. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022).

***Ophiocordyceps aff. camponoti-melanotici* sp. 2 H.C. Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 4–5. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022).

***Ophiocordyceps aff. camponoti-melanotici* sp. 3 H.C. Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 4–5. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022).

***Ophiocordyceps camponoti-nidulantis* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 131–134. 2018.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2018).

***Ophiocordyceps camponoti-novogranadensis* H.C. Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 5–6. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Minas Gerais, Brasil (EVANS et al., 2011a).

***Ophiocordyceps camponoti-renggeri* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 131. 2018.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas (ARAÚJO et al., 2018) e Ceará, Brasil (ALENCAR et al., 2022).

***Ophiocordyceps camponoti-rufipedis* H.C. Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 2–3. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Minas Gerais, Brasil (EVANS et al., 2011a).

***Ophiocordyceps aff. camponoti-rufipedis* Evans & D.P. Hughes, PLoS ONE ONE 6: 2–3. 2011.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022).

***Ophiocordyceps camponoti-sexguttati* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 131. 2018.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2018).

***Ophiocordyceps aff. communis* Hywel-Jones & Samson, Stud. Mycol. 57: 38. 2007.**

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (FREIRE, 2012). *Ophiocordyceps communis* possui registros na Tailândia (SUNG et al., 2007).

***Ophiocordyceps corallomyces* (A. Möller) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 41. 2007.**

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (MÖLLER, 1901).

***Ophiocordyceps corriemoreauae* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Mycol. 112: 1152. 2020.**

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2020).

***Ophiocordyceps cucumispora* (H.C. Evans & Samson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 41. 2007.**

Distribuição: Pará, Brasil; Equador (EVANS e SAMSON, 1982).

***Ophiocordyceps cucumispora* var. *dolichoderi* (H.C. Evans & Samson) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 41. 2007.**

Distribuição: Pará, Brasil (EVANS e SAMSON, 1982).

***Ophiocordyceps curculionum* (Tul.) G.H.Sung, J.M.Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 41. 2007.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Peru (MASSEE, 1895); Pará (PETCH, 1937) e Paraná, Brasil (DE MEIJER, 2010); Peru; Equador (PETCH, 1937) República Democrática do Congo (MOUREAU, 1949); Belize, Jamaica, Panamá (MAINS, 1958).

***Ophiocordyceps dacetii* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 128. 2018.** Subclado *O. kniphofioides*.

Distribuição: Amazonas, Brasil; Colômbia (ARAÚJO et al., 2018).

***Ophiocordyceps diabolica* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Mycol. 112: 1143–1152. 2020.** Clado *O. australis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2020).

***Ophiocordyceps dipterigena* (Berk & Broome) G. H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 42. 2007.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Sri Lanka (BERKELEY e BROOME, 1871); Suriname (HENNING, 1902); Mianmar (LLOYD, 1921); Nova Guiné (PETCH, 1933); Porto Rico; Trindade e Tobago; Guiana (PETCH, 1935); Inglaterra; Estados Unidos da América (PETCH, 1937); Cuba; Costa Rica; Nicarágua; (MAINS, 1958); Bolívia (MAINS, 1959); Santa Catarina (MÖLLER, 1901), Rio Grande do Sul (SOBESTIANSKY, 2005), Paraná (DE MEIJER, 2010) e Minas Gerais, Brasil (BARBOSA et al., 2016).

***Ophiocordyceps dolichoderi* (H.C. Evans & Samson) Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 155. 2018.**

Distribuição: Pará, Brasil (EVANS e SAMSON, 1982).

***Ophiocordyceps evansii* T. Sanjuan, Fungal Biol. 119: 909–911. 2015.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Colômbia; Equador; Amazonas, Brasil (SANJUAN et al., 2015).

***Ophiocordyceps aff. gracilioides* (Kobayasi) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 43. 2007.**

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (FREIRE, 2012). *Ophiocordyceps gracilioides* possui registros no Japão (KOBAYASI, 1941), Rússia (KOVAL, 1984) e China (FAN et al., 2001).

***Ophiocordyceps humbertii* (C.P. Robin) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 43. 2007.** Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Senegal (DE SAUSSURE, 1853); São Paulo (SPEGAZZINI, 1889), Ceará (SOBEZAK et al., 2019), Roraima, Amazonas (SOMAVILLA et al., 2019) e Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022); Colômbia (SOMAVILLA et al., 2019); Suriname (HENNINGS, 1902); Malásia (PETCH, 1935).

***Ophiocordyceps kniphofioides* (H.C. Evans & Samson) G.H. Sung et al., Stud. Mycol. 57: 44. 2007.** Subclado *O. kniphofioides*.

Distribuição: Equador; Pará, Brasil (EVANS e SAMSON, 1982); Colômbia (SANJUAN et al., 2015).

***Ophiocordyceps aff. kniphofioides* (H.C. Evans & Samson) G.H. Sung et al., Stud. Mycol. 57: 44. 2007.** Subclado *O. kniphofioides*.

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (FREIRE, 2012).

***Ophiocordyceps lloydii* (H.S. Fawc.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 44. 2007.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Granada (MASSEE, 1891); Guiana (MASSEE, 1895); Suriname (HENNINGS, 1902); Panamá; Trinidad (MAINS, 1958); Trindade e Tobago; Guiana; Equador; Bahia, Pará e Mato Grosso, Brasil (EVANS e SAMSON, 1984).

***Ophiocordyceps melolonthae* (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 44. 2007.** Clado *O. ravenelii*.

Distribuição: Estados Unidos da América (TULASNE e TULASNE, 1865); Peru (PETCH, 1935); Guiana (PETCH, 1937); Caribe (KOBAYASI, 1941); México (PÉREZ-

SILVA, 1977); Bielorrússia (KOVAL, 1984); Japão (SHIMIZU, 1997); Rio Grande do Sul (SALGADO-NETO et al., 2015) e Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022).

***Ophiocordyceps melolonthae* var. *rickii* (Lloyd) G.H.Sung, J.M.Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 44. 2007.**

Distribuição: Brasil (LLOYD, 1920), Paraná (DE MEIJER, 2010); Nicarágua; Guiana; Trindade e Tobago (MAINS, 1958); Equador (EVANS et al., 1999).

***Ophiocordyceps monacidis* (H.C. Evans & Samson) Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Stud. Mycol. 90: 155. 2018.** Subclado *O. kniphofioides*.

Distribuição: Pará, Brasil; Equador (EVANS e SAMSON, 1982).

***Ophiocordyceps neonutans* R. Friedrich, B. Shrestha & Drechsler-Santos, Phytotaxa 344: 219–220. 2018.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Mato Grosso, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, Brasil (FRIEDRICH et al., 2018).

***Ophiocordyceps nutans* (Pat.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 45. 2007.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Japão (PATOULLARD, 1887); República Democrática do Congo (MOUREAU, 1949); Taiwan; China; Nova Guiné (KOBAYASI e SHIMIZU, 1976); Tailândia (HYWEL-JONES, 1995); República da Coreia (SUNG, 1996); Gana (SAMSON e EVANS, 1975); Colômbia (KOBAYASI, 1981); Nepal (SHRESTHA e SUNG, 2005); Butão (PENJOR et al., 2010); Paraná (DE MEIJER, 2010) e Santa Catarina, Brasil (FREIRE, 2012); Índia (PAUL et al., 2020); Argentina; Equador (KHAO-NGAM et al., 2021).

***Ophiocordyceps odontomachi* Araújo, H.C. Evans & D. P. Hughes, Mycol. 112: 1155. 2020.** Clado *O. australis*.

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2020).

***Ophiocordyceps ponerinarum* (H.C. Evans & Samson) T. Sanjuan & R.M. Kepler, Fungal Biol. 119: 911. 2015.** Subclado *O. kniphofioides*.

Distribuição: Pará, Brasil (EVANS e SAMSON, 1982); Colômbia; Equador (SANJUAN et al., 2015).

***Ophiocordyceps proliferans* (Henn.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 46. 2007.**

Distribuição: Amazonas, Brasil (HENNING, 1904).

***Ophiocordyceps pseudomyrmicis* Araújo, H.C. Evans & D.P. Hughes, Mycol. 112: 1152–1155. 2020.**

Distribuição: Amazonas, Brasil (ARAÚJO et al., 2020).

***Ophiocordyceps sphecocephala* (Klotzsch ex Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 47. 2007.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Caribe; Jamaica (BERKELEY, 1843); Brasil (MASSEE, 1895), Santa Catarina (VENTURI, 2015); Japão (KOBAYASI, 1941); Estados Unidos da América; Cuba; Porto Rico; China (MAINS, 1958); Tailândia (HYWEL-JONES, 1995a); Eslováquia (KAUTMAN e KAUTMANOVÁ, 2009).

***Ophiocordyceps thyrsoides* (A. Möller) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 47. 2007.**

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (MÖLLER, 1901).

***Ophiocordyceps tricentri* (Yasuda) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 47. 2007.** Clado *O. sphecocephala*.

Distribuição: Japão (LLOYD, 1916); Santa Catarina, Brasil (NARDES, 2022).

***Ophiocordyceps unilateralis* (Tul.) Petch, Trans. Br. Mycol. Soc. 16: 74. 1933.** emend. H.C. Evans, D.P. Hughes & Araújo. Clado *O. unilateralis*.

Distribuição: Brasil (TULASNE e TULASNE, 1865), Amazonas (DE ANDRADE, 1980), Bahia, Mato Grosso, Pará, Rondônia (EVANS e SAMSON, 1984) e Minas Gerais (BARBOSA et al., 2015); Sri Lanka (PETCH, 1924); Trindade e Tobago; Celebes; Java; Malásia (BEQUAERT, 1922); Áustria (PETCH, 1937); Japão (KOBAYASI, 1941); Estados Unidos; Canadá; Honduras (MAINS, 1958); Gana; Santa Lúcia; Guiana (EVANS, 1974); Taiwan (KOBAYASI e SHIMIZU, 1981); Equador (EVANS e SAMSON, 1984); Colômbia (SANJUAN et al., 2001).

***Ophiocordyceps variabilis* (Petch) G.H.Sung, J.M.Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 47. 2007.** Clado *O. ravenelii*.

Distribuição: Santa Catarina (MÖLLER, 1901) e Paraná, Brasil (DE MEIJER, 2010); Estados Unidos da América (PETCH, 1937); Japão (KOBAYASI, 1941); Canadá; Belize (MAINS, 1958); República Democrática do Congo (MOUREAU, 1961); China (LIANG, 1991); Rússia (YAROSLAVTSEVA, et al. 2019).

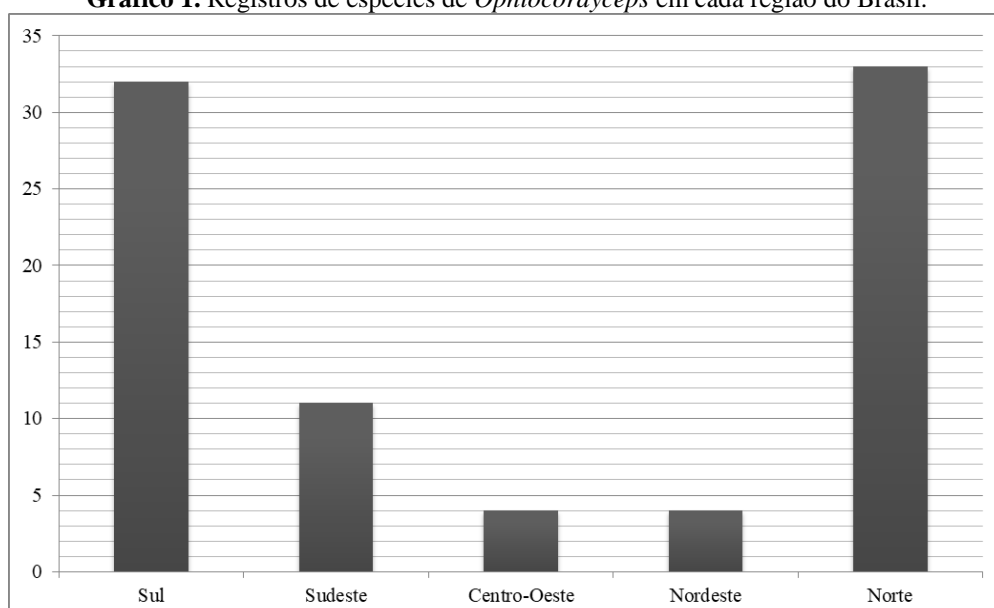
***Ophiocordyceps volkiana* (A. Möller) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora, Stud. Mycol. 57: 47. 2007.**

Distribuição: Santa Catarina, Brasil (MÖLLER, 1901).

5.2 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

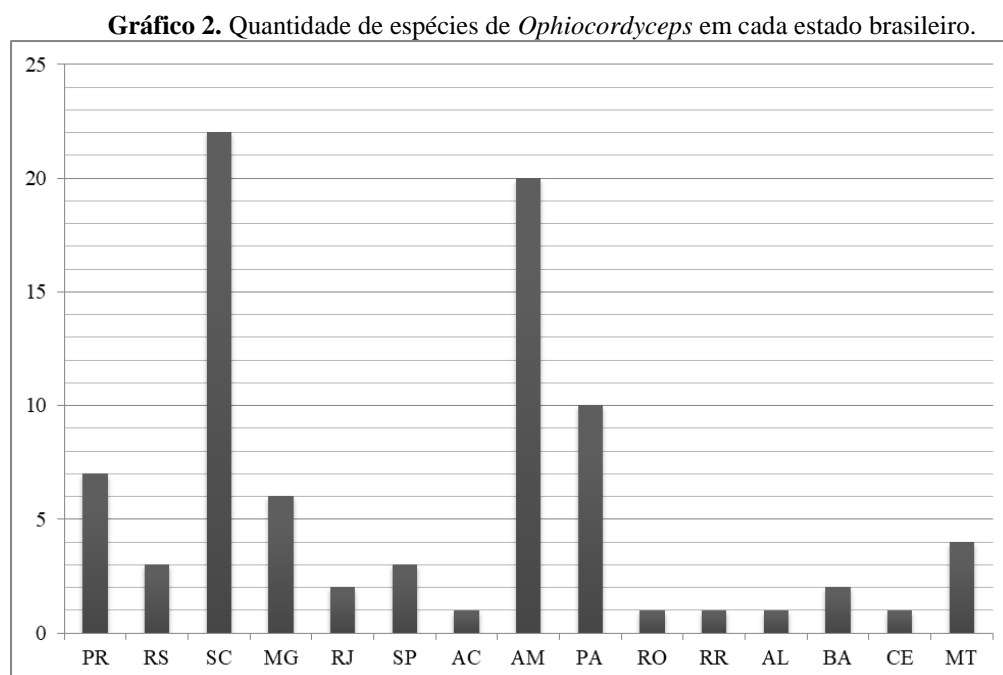
Foram listadas 56 espécies (spp.) de *Ophiocordyceps*, abrangendo 15 estados brasileiros, cobrindo todas as regiões do país. A maior quantidade de registros foi atribuída à região Norte, seguida das regiões Sul e Sudeste. De modo diferente, poucos foram reportados às regiões Nordeste e Centro-Oeste, conforme representado no gráfico 1. Os estados ausentes em dados foram Espírito Santo (ES), Goiás (GO), Mato do Grosso do Sul (MS), Amapá (AP), Tocantins (TO), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE).

Gráfico 1. Registros de espécies de *Ophiocordyceps* em cada região do Brasil.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Santa Catarina (SC) foi o estado mais elevado em ocorrência, seguido por Amazonas (AM), Pará (PA), Paraná (PR) e Minas Gerais (MG), 3 spp. foram registradas para Mato Grosso (MT), São Paulo (SP) e Rio Grande do Sul (RS), 2 spp. para Rio de Janeiro (RJ) e Bahia (BA), e somente 1 espécie (sp.) para o Ceará (CE), Alagoas (AL), Roraima (RR), Rondônia (RO) e Acre (AC), como aponta o gráfico 2.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

De todos os registros no país, a maioria refere-se a espécies com ocorrência conhecida para apenas um dos estados brasileiros, 42 spp. ocorrem dessa forma, dentre elas muitas endêmicas para o AM e a SC (Figura 2), como *Ophiocordyceps camponoti-atricipis* e *O. camponoti-balzani*, respectivamente. Algumas como *O. kniphofioides*, apontado apenas no PA, possui registros em outros países próximos, com uma distribuição considerada neste estudo como modesta, nessa classificação, enquadram-se 14 spp. Enquanto 10 spp. são amplamente distribuídas, como *O. dipterigena* e *O. sphecocephala*, espalhados em diversos países, entre os continentes. Contudo, foram registradas apenas para o Brasil 32 spp., de modo a serem consideradas endêmicas. Dessas, algumas foram observadas somente uma ou poucas vezes, coletadas em tempos antigos, carecendo de registros atuais de onde foram anteriormente encontradas.

Figura 2. Distribuição das espécies de *Ophiocordyceps* no Brasil. Em negrito estão as consideradas endêmicas.

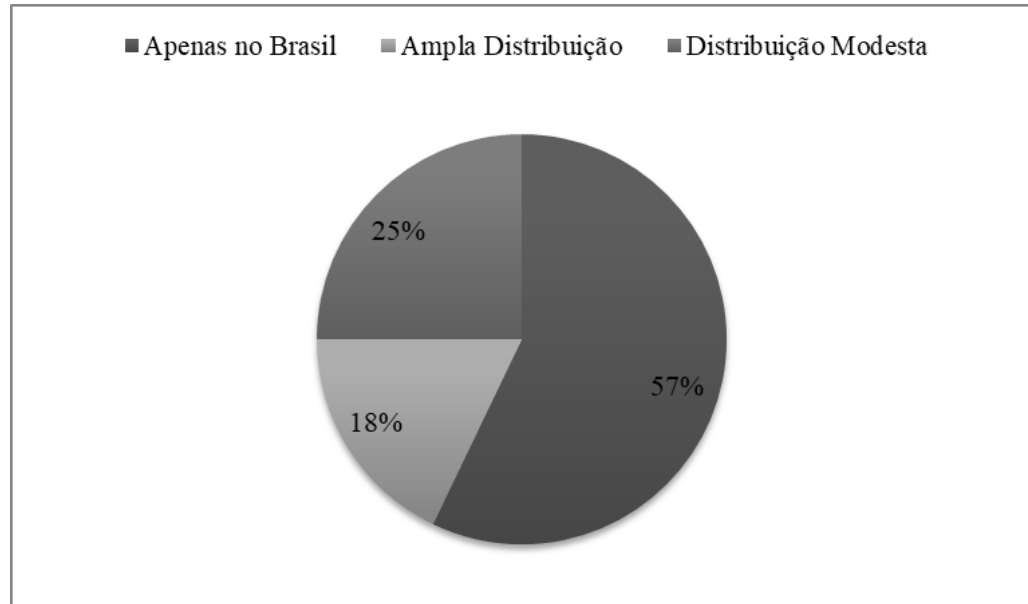


Fonte: Elaborada pela autora (2023).

As diferentes distribuições das espécies de *Ophiocordyceps* são apontadas no gráfico 3. Os resultados demonstram a diversidade do gênero concentrada, principalmente, no Norte e no Sul do Brasil, em regiões de Domínio da Floresta Tropical Amazônica e Mata Atlântica, nessa ordem. Os fungos, de maneira geral, para o país são tidos como mais elevados nos biomas de Mata Atlântica, Caatinga, Amazônia e Cerrado (MAIA e CARVALHO JUNIOR, 2010). Infelizmente, os estudos sobre esse fungo parecem dispersos em localidades inseridas na Caatinga e no Cerrado, onde poucas são as informações fornecidas acerca de sua ocorrência. A região Centro-Oeste teve registros apenas no estado do Mato Grosso, reforçando a escassez de micólogos referida por Carvalho e Júnior (2010), bem como a falta do conhecimento da diversidade micológica da região. No Nordeste, houveram números

igualmente baixos, espalhados em diferentes localidades, refletindo a igual necessidade de novos inventários. Notada ainda, a nível de estados, onde em 13, os dados foram ausentes.

Gráfico 3. Relação das espécies de *Ophiocordyceps* registradas no Brasil com a sua ocorrência no mundo.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Outra influência para esses resultados implica os caracteres ecológicos do grupo, visto que ele parece desenvolver-se preferencialmente nas florestas tropicais, em consideração a trabalhos como o de Evans et al. (2011b), podendo ser essa a causa da ausência de dados e das mais altas ocorrências serem em Santa Catarina e no Amazonas. Somado a isso, a maior quantidade no Norte pode ser por influência da floresta amazônica, ao longo desse território, considerada como uma das maiores e mais diversas florestas tropicais, a nível mundial (COUTINHO, 2006).

Maia e Carvalho Junior (2010) mencionaram 523 espécies de fungos endêmicos para o País, mas apontaram para a incerteza dessa quantidade, pois o Reino Fungi ainda é pouco conhecido a respeito de sua totalidade. Considerando, do mesmo modo, esse fator, o presente trabalho aponta para um total de 32 espécies endêmicas do gênero *Ophiocordyceps* no Brasil. Tais resultados enaltecem a importância de novos estudos e reforçam a necessidade de conservação das áreas florestais envolvidas nesses registros, para possibilitar a continuidade e manutenção da biodiversidade brasileira.

6 CONCLUSÃO

O checklist de *Ophiocordyceps* no Brasil revela a sua diversidade e indica a necessidade de estudos micológicos para algumas regiões que possuem pouca informação sobre a ocorrência do grupo, especialmente no Nordeste e no Centro-Oeste, e em certos estados brasileiros, que necessitam de novos inventários, para que a ocorrência deste entomopatógeno seja melhor compreendida. A maior quantidade de espécies registradas foi em regiões com bioma da Amazônia e Mata Atlântica, e os elevados endemismos sugerem que o vasto território do país possui regiões propícias ao desenvolvimento do fungo, onde a conservação se faz necessária para que tais espécies sejam mantidas. De modo geral, os dados do trabalho mostram a importância da ampliação das coletas desses entomopatógenos, para que o conhecimento acerca deles possa ser ampliado, possibilitando dessa maneira, novos registros e descrições de espécies, evidenciando assim a biodiversidade de fungos e propiciando a formação de novas estratégias de conservação.

REFERÊNCIAS

- AGOSTA, S. J. On ecological fitting, plant-insect associations, herbivore host shifts, and host plant selection. **Oikos**, v. 114, p. 556–565, 2006.
- ANDERSEN, S. B. *et al.* The life of a deadant: the expression of an adaptative extended phenotype. **Am. Nat.**, v. 174, p. 424–433, 2009.
- ANDRIOLLI, F. S. *et al.* Do zombie ant fungi turn their hosts into light seekers? **Behav. Ecol.**, v. 30, n. 3, p. 609–616, 2019.
- ANTONELLI, A. *et al.* **State of the World's Plants and Fungi 2020**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2020.
- ARAÚJO, J. P. M.; HUGHES, D. P. Diversity of entomopathogenic fungi: which groups conquered the insect body? **Adv. Genet.**, v. 94, p. 1–39, 2016.
- ARAÚJO, J. P. M.; HUGHES, D. P. The Fungal Spore: Its Organization and Role in the Ecosystem. *In: The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, p. 359–367, 2017.
- ARAÚJO, J. P. M. *et al.* Unravelling the diversity behind the *Ophiocordyceps unilateralis* (Ophiocordycipitaceae) complex: Three new species of zombie-ant fungi from the Brazilian Amazon. **Phytotaxa**, n. 220, p. 224–238, 2015.
- ARAÚJO, J. P. M. *et al.* Zombie-ant fungi across continents: 15 new species and new combinations within *Ophiocordyceps*. I. Myrmecophilous hirsutelloid species. **Stud. Mycol.**, v. 90, p. 119–160, 2018.
- ARAÚJO, J. P. M. *et al.* Zombie-ant fungi cross continents: II. Myrmecophilous hymenostilboid species and a novel zombie lineage. **Mycol.**, v. 112, p. 1138–1170, 2020.
- BARBOSA, B. C. *et al.* Record of *Ophiocordyceps unilateralis sensu lato*, the zombie-ant fungus, parasitizing *Camponotus* in an urban fragment of Atlantic Rainforest in southeastern Brazil. **Stud. Neotrop.**, v. 50, p. 1–3, 2015.
- BARBOSA, B. C. *et al.* Entomopathogenic Fungi in Diptera: remarks on range extension and collection records. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, v. 38, n. 3, p. 257–263, 2016.
- BEQUAERT, I. Ants in their diverse relations to the plant world. **Bull. Am. Mus. Nat.**, v. 45, p. 333–583, 1922.
- BERKELEY, M. J. Herb. Hooker. **Hooker's J. Bot. Kew Gard. Misc.**, v. 2, p. 206, 1843.
- BERKELEY, M. J. Decades of fungi. **Hooker's J. Bot. Kew Gard. Misc.**, v. 8, p. 272–280, 1856.

- BERKELEY, M. J. On a collection of fungi from Cuba. Part II. **Bot. J. Linn. Soc.**, v. 10, p. 341–392, 1869.
- BERKELEY, M. J.; BROOME, C. E. The fungi of Ceylon (Hymenomycetes, from *Agaricus* to *Cantharellus*). **Bot. J. Linn. Soc.**, v. 11, p. 494–567, 1871.
- CARDOSO NETO, J. A. C.; LEAL, L. C.; BACCARO, F. B. Temporal and Spatial Gradients of Humidity Shape the Occurrence and the Behavioral Manipulation of Ants Infected by Entomopathogenic Fungi in Central Amazon. **Fungal. Ecol.**, v. 42, 100871, 2019.
- CHIRIVÍ, J. *et al.* Metabolomic profile and nucleoside composition of *Cordyceps nidus* sp. nov. (Cordycipitaceae): a new source of active compounds. **PLoS One**, v. 12, e0179428, 2017.
- COOKE, M. C.; MASSEE, G. A quarterly record of cryptogamic botany and its literature. **Grevillea**, v. 18, 1889.
- COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Bot. Bras.**, v. 20, p. 13–23, 2006.
- DAWKINS, R. **The extended phenotype**: The long reach of the gene. Oxford: Oxford University Press, 1982.
- DE ANDRADE, C. F. S. Epizootia natural causada por *Cordyceps unilateralis* (Hypocreales, Euascomycetes) em adultos de *Camponotus* sp. (Hymenoptera, Formicidae) na região de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazon.**, v. 10, p. 671–677, 1980.
- DE BEKKER, C. *et al.* Gene Expression during Zombie Ant Biting Behavior Reflects the Complexity Underlying Fungal Parasitic Behavioral Manipulation. **BMC Genom.** v. 16, 620, 2015.
- DE MEIJER, A. A. R. Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian state of Paraná: corrections and updating. **Bol. do Mus. Bot. Mun. Curitiba**, v. 72, p. 1–9, 2010.
- DE SAUSSURE, H. **Monographie des Guêpes Sociales, ou de la Tribu des Vespiens**. Genève: Publishing companies V. Masson, Paris and J. Kessmann, 1853.
- EVANS, H. C. Natural control of arthropods, with special reference to ants (Formicidae), by fungi in the tropical high forest of Ghana. **J. Appl. Ecol.**, v. 11, p. 37–49, 1974.
- EVANS, H. C. Entomogenous Fungi in Tropical Forest Ecosystems: An Appraisal. **Ecol. Entomol.**, v. 7, p. 47–60, 1982.
- EVANS, H. C.; SAMSON, R. A. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems I. The Cephalotes (Formicinae) complex. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v. 79, p. 431–453, 1982.
- EVANS, H. C.; SAMSON, R. A. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (*Formicidae*) in tropical forest ecosystems II. The *Camponotus* (Formicinae) complex. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v. 82, p. 127–150, 1984.

EVANS, H. C. *et al.* A *Cordyceps* pathogen of sugar-cane white grubs in Tanzania. **Mycol.** v. 13: 11–14, 1999.

EVANS, H. C.; ELLIOT, S. L.; HUGHES, D. P. Hidden diversity behind the zombie-ant fungus *Ophiocordyceps unilateralis*: Four new species described from carpenter ants in Minas Gerais, Brazil. **PLoS ONE**, v. 6, n. 3, e17024, 2011a.

EVANS, H. C.; ELLIOT, S. L.; HUGHES, D. P. *Ophiocordyceps unilateralis*: A keystone species for unraveling ecosystem functioning and biodiversity of fungi in tropical forests? **Commun. Integr. Biol.**, v. 4, n. 5, p. 598–602, 2011b.

FORZZA, R. C., org., *et al.* INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, v. 1, 2010.

FREIRE, M. F. **Aspectos taxonômicos de fungos entomopatôgenos (*Cordyceps s. l.*) da Mata Atlântica Catarinense**. Trabalho de Conclusão de Curso – Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 57. 2012.

FRIEDRICH, R. C. S. *et al.* *Ophiocordyceps neonutans* sp. nov., a new neotropical species from *O. nutans* complex (Ophiocordycipitaceae, Ascomycota). **Phytotaxa**, v. 344, n. 3, p. 215–227, 2018.

FRIES, E. M. **Observationes mycologicae praecipue ad illustrandam Floram Suecicam**. Pars secunda (Cancellans issue) Copenhagen: G. Bonnier, 1818.

GIRGENTE, J. BioDiversity4All. 2018. Disponível em:
<<https://www.biodiversity4all.org/photos/93278802>>. Acesso em: 16/11/2023.

GLARE, T. R.; O'CALLAGHAN, M.; WIGLEY, P. J. Checklist of naturally occurring entomopathogenic microbes and nematodes in New Zealand. **N. Z. J. Zool.**, v. 20, n. 2, p. 95–120, 1993.

HAWKSWORTH, D. L. *et al.* The Amsterdam declaration on fungal nomenclature. **IMA Fungus**, v. 2, p. 105–112, 2011.

HENNINGS, P. C. Einige neue *Cordiceps*-arten aus Surinam. **Hedwig.**, v. 41, p. 167–169, 1902.

HENNINGS, P. C. Fungi amazonici II. **Hedwig.**, v. 43, p. 242–273, 1904.

HOYER, R. BioDiversity4All. 2019. Disponível em:
<<https://www.biodiversity4all.org/photos/35832050>>. Acesso em: 16/11/2023.

HYWEL-JONES, N. Notes on *Cordyceps nutans* and its anamorph, a pathogen of hemipteran bugs in Thailand. **Mycol. Res.**, v. 99, n. 6, p. 724–726, 1995.

INDEX FUNGORUM, 2023. Disponível em:
<http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>. Acesso em: 11/01/2023.

KAUTMAN, V.; KAUTMANOVÁ, I. *Cordyceps s.l.* (Ascomycetes, Clavicipitaceae) in Slovakia. **Catathelasma**, v. 11, p. 5–48, 2009.

KEPLER, R. M. *et al.* The phylogenetic placement of hypocrealean insect pathogens in the genus *Polycephalomyces*: An application of One Fungus One Name. **Fungal Biol.**, v. 117, n. 9, p. 611–622, 2013.

KHAO-NGAM, S. *et al.* *Ophiocordyceps asiana* and *Ophiocordyceps tessaratomidarum* (Ophiocordycipitaceae, Hypocreales), two new species on stink bugs from Thailand. **Mycol. Prog.**, v. 20, p. 341–353, 2021.

KIRK, P. M. *et al.* (Eds) **Dictionary of the Fungi**, 11 ed. Wallingford: CABI Publishing, 2008.

KOBAYASI, Y. The genus *Cordyceps* and its allies. **Sci. Rep. Tokyo. Bun. Daig., Ser. B**, v. 84, p. 53–260, 1941.

KOBAYASI, Y.; SHIMIZU, D. The genus *Cordyceps* and its allies from New Guinea. **Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. Tokyo, Ser. B, Bot.** v. 2, p. 133–152, 1976.

KOBAYASI, Y. Revision of the genus *Cordyceps* and its allies 2. **Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. Tokyo**, v. 7, p. 123–129, 1981.

KOBAYASI, Y.; SHIMIZU, D. The genus *Cordyceps* and its allies from Taiwan (Formosa). **Bull. Natl. Sci. Mus., Tokyo**, n. 7, p. 113–122, 1981.

KOVAL, E. Z. **Klavitsipital'nye griby SSSR**. Kiev: Naukova Dumka, 1984.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. *In*: Lewinsohn T. M. (Org). **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

LIANG, Z.-Q. Verification and identification of the anamorph of *Cordyceps pruinosa* Petch. **Acta Mycol. Sin.** v. 10, p. 104–107, 1991.

LOYD, C. G. Mycological Notes. **Mycol. Writ.**, v. 5, n. 41, p. 557–572, 1916.

LLOYD, C. G. Mycological Notes. **Mycol. Writ.**, v. 6, n. 62, p. 877–1101, 1920.

LLOYD, C. G. Mycological Notes. **Mycol. Writ.**, v 6, n. 65, p. 1030–1101, 1921.

LLOYD, C. G. Mycological Notes. **Mycol. Writ.**, v. 7, n. 72, p. 1269–1300, 1924.

MAIA, L. C.; CARVALHO JUNIOR, A. A. Introdução: os fungos do Brasil. *In*: FORZZA, RC., org., *et al.* INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, p. 43–48, 2010.

MAINS, E. B. Species of *Cordyceps*. **Mycol.**, v. 32 p. 310–320, 1940.

- MAINS, E. B. *Cordyceps bicephala* Berk. and *C. australis* (Speg.) Sacc. **J. Torrey Bot.**, v. 76, p. 24–30, 1949.
- MAINS, E. B. Notes Concerning Entomogenous Fungi. **Bull. Torrey Bot. Club**, v. 78, n. 2, p. 122–133, 1951.
- MAINS, E. B. North American entomogenous species of *Cordyceps*. **Mycol.** v. 50, p. 169–222, 1958.
- MAINS, E. B. *Cordyceps* Species. **Bull. Torrey Bot. Club.**, v. 86, n. 1, p. 46–58, 1959.
- MANFRINO, R. G. *et al.* Contribution to the knowledge of pathogenic fungi of spiders in Argentina: southernmost record in the world. **Rev. Argent. Microbiol.** v. 49, p. 197–200, 2017.
- MASSE, G. A Revision of the Genus *Cordyceps*. **Ann. Bot.**, v. 9, n. 33, p. 1–44, 1895.
- MATHIESON, J. *Cordyceps aphodii*, a new species, on pasture cockchafer grubs. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v. 32, n. 2, p. 113–136, 1949.
- MENEZES, T. A. *et al.* Unraveling the Secrets of a Double-Life Fungus by Genomics: *Ophiocordyceps australis* CCMB661 Displays Molecular Machinery for Both Parasitic and Endophytic Lifestyles. **J. Fungi**, v. 9, n. 110, p. 1–23, 2023.
- MÖLLER, A. Phycomyceten und Ascomyceten. Untersuchungen aus Brasilien. **Bot. Mitt. TROPEN.**, v. 9, p. 1–319, 1901.
- MONGKOLSAMRIT, S. *et al.* Multi-gene phylogeny and morphology of *Ophiocordyceps laotii* sp. nov. and a new record of *O. buquetii* (*Ophiocordycipitaceae*, *Hypocreales*) on ants from Thailand. **Mycol. Prog.**, v. 22, n. 5, 2023.
- MOUREAU, J. *Cordyceps* du Congo Belge. In **Memoirs Institute Royal Colonial Belge**, v. 7, p. 1–58, 1949.
- MOUREAU, J. Nouveaux *Cordyceps* du Congo. **Lejeunia Mém.**, 15:1–38, 1961.
- MUÑOZ-AMEZCUA, CARLOS. BioDiversity4All. 2018. Disponível em: <<https://www.biodiversity4all.org/photos/141197722>>. Acesso em: 16/11/2023.
- NARDES, W. I. R. **Diversidade de fungos entomopatógenos (Hypocreales, Ascomycota) no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos, Algas e Briófitas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 153. 2022.
- NEWMAN, D. BioDiversity4All. 2012. Disponível em: <<https://www.biodiversity4all.org/photos/8963353>>. Acesso em: 16/11/2023.
- PATOUILLARD, N. T. Contributions à l'étude des champignons extra-européens. **Bull. Soc. Mycol. France.** v. 3, p. 119–131, 1887.

- PAUL, J. S. *et al.* Ferret out a natural biopesticide: *Ophicordyceps nutans* in Central India and its interaction analysis with tree stink bug. **Proc. Zool. Soc.** v. 73, n. 3, p. 316–319, 2020.
- PENJOR, D. *et al.* **Fungi of Bhutan**. Semtokha: National Mushroom Centre, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Forests, 2010.
- PÉREZ-SILVA, E. Algunas especies del género *Cordyceps* (Pyrenomycetes) em México. **Bol. Soc. Mex. Micol.**, v. 11, p. 145–153, 1977.
- PETCH, T. Notes on entomogenous fungi. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v. 18, p. 48–75, 1933.
- PETCH, T. Notes on entomogenous fungi. **Brit. Myc. Soc. Trans.**, v. 19, n. 3, p. 161–194, 1935.
- PETCH, T. Notes on entomogenous fungi. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v. 21, n. 1–2, p. 34–67, 1937.
- ROBIN, C. **Histoire Naturelle des Végétaux parasites, qui croissant sur l’homme et sur les animaux vivants**. Paris: J.-B. Baillière. 1853.
- SALGADO-NETO, G. *et al.* First report of the occurrence of *Ophiocordyceps melolonthae* (Ascomycota: Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) in larvae of *Diloboderus abderus* Sturm (Coleoptera: Melolonthidae) in Brazil. **Biota Neotrop.**, v. 15, n. 2, p. 1–4, 2015.
- SALGADO-NETO, G.; VAZ, M. B.; GUEDES, J. V. C. White grub (Coleoptera: Melolonthidae) mortality induced by *Ophiocordyceps melolonthae* (Ascomycota: Hypocreales: Ophiocordycipitaceae). **Cienc. Rural**, v. 47, n. 6, e20160788, 2017.
- SALTAMACHIA, S. J.; ARAÚJO, J. P. M. *Ophiocordyceps desmidiospora*, a basal lineage within the “Zombie-Ant Fungi” clade. **Mycol.**, v. 112, n. 6, p. 1171–1183, 2020.
- SAMSON, R. A.; EVANS, H. C.; VAN DE KLASHORST, G. Notes on entomogenous fungi from Ghana. V. The genera *Stilbella* and *Polycephalomyces*. **Proc. K. Ned. Akad. Wet., Ser. C**, v. 84, p. 289–301, 1981.
- SANJUAN, T.; HENAO, L. G.; AMAT, G. Distribución espacial de *Cordyceps* spp, (Ascomycotina: Clavicipitaceae) y su impacto sobre las hormigas en selvas del piedemonte amazónico de Colombia. **Rev. Biol. Trop.**, v. 49, p. 945–955, 2001.
- SANJUAN, T. I. *et al.* Five new species of entomopathogenic fungi from the Amazon and evolution of neotropical *Ophiocordyceps*. **Fungal Biol.**, v. 119, n. 10, p. 901–916, 2015.
- SHIMIZU, D. **Illustrated Vegetable Wasps and Plant Worms in Color**. Tokyo: Ie-No-Hikari Association, 1997.
- SHRESTHA, B.; SUNG, J. M. Notes on *Cordyceps* species collected from the Central Region of Nepal. **Mycobiol.**, v. 33, n. 4, p. 235–239, 2005.

- SHRESTHA, B. *et al.* Review on pharmacologically active metabolites from Yarsagumba (*Ophiocordyceps sinensis*), an epitome of Himalayan elixir. **Nepal J. Sci. Technol.**, v. 14, n. 2, p. 49–58, 2013.
- SHRESTHA, B. *et al.* Coleopteran and Lepidopteran Hosts of the Entomopathogenic Genus *Cordyceps sensu lato*. **J. Mycol.**, v. 2016, 7648219, p. 1–14, 2016.
- SHRESTHA, B. *et al.* Spider-pathogenic fungi within Hypocreales (Ascomycota): their current nomenclature, diversity, and distribution. **Mycol. Prog.**, v. 18, p. 983–1003, 2019.
- SOBESTIANSKY, G. Contribution to a macromycete survey of the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 48, n. 3, p. 437–57, 2005.
- SOBEZAK, J. F. *et al.* Manipulation of wasp (Hymenoptera: Vespidae) behavior by the entomopathogenic fungus *Ophiocordyceps humberitii* in the atlantic forest in Ceará, Brazil. **Entomol. News**, v. 129, n. 1, 2019.
- SOMAVILLA, A. *et al.* Infection and behavior manipulation of social wasps (Vespidae: Polistinae) by *Ophiocordyceps humberitii* in Neotropical forests: new records of wasp-zombification by a fungus. **Stud. Neotrop.**, v. 54 p. 1–6, 2019.
- SPEGAZZINI, C. Fungi Argentini additis nonnullis Brasiliensibus Montevideensibusque. Pugillus IV. **An. Soc. Cient. Argent.**, v. 12, n. 5, p. 208–227, 1881.
- SPEGAZZINI, C. L. Fungi Puiggariani. Pugillus 1. **Bol. Acad. Nac. Cien. Córdoba**, v. 11, p. 381–625, 1889.
- SUNG, J. M. **The insects-born fungus of Korea in color**. Seoul: Kyohak Publishing Co., Ltd., 1996.
- SUNG, G. H. *et al.* Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi. **Stud. Mycol.**, v. 57, p. 5–59, 2007.
- TRINH, T.; OUELLETE, R.; DE BEKKER, C. Getting lost: the fungal hijacking of ant foraging behaviour in space and time. **Anim. Behav.**, v. 181, p. 165–184, 2021.
- TULASNE, L.-R.; TULASNE, C. **Selecta fungorum carpologia**. Parisiis : Imperatoris Jussu, In Imperiali Typographeo Excudebatur, v. 3, 1865.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- VENTURI, S. FLOR - Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina. **GBIF**, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.15468/yaie53>>. Acesso em: 05/11/2023.
- YAROSLAVTSEVA, O. *et al.* First records of the entomopathogenic fungus *Ophiocordyceps variabilis* (Petch) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones et Spatafora from Siberia. **Euroasian Entomol. J.**, v. 18, p. 379–381, 2019.

YEUNG, P. K. BioDiversity4All. *Ophiocordyceps myrmecophila*, 2021. Disponível em: <<https://www.biodiversity4all.org/photos/150167944>>. Acesso em: 16/11/2023.

YOON, T. J. *et al.* Innate immune stimulation of exo-polymers prepared from *Cordyceps sinensis* by submerged culture. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, v. 80, n. 6, p. 1087–1093, 2008.