UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* CHAPECÓ**
CURSO DE GEOGRAFIA - LICENCIATURA

NATALY KAUANI REZER PAZ

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO *Cordyceps* NO BRASIL:

determinantes ambientais que levam à sua proliferação e o impacto cultural de The Last of Us

CHAPECÓ/SC
2025

NATALY KAUANI REZER PAZ

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO *Cordyceps* NO BRASIL:

determinantes ambientais que levam à sua proliferação e o impacto cultural de The Last of Us

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Gisele Leite de Lima Primam

CHAPECÓ/SC

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Paz, Nataly Kauani Rezer
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO Cordyceps NO BRASIL: determinantes ambientais que levam à sua proliferação e o impacto cultural de The Last of Us / Nataly Kauani Rezer Paz. -- 2025.
46 f.:il.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Gisele Leite de Lima Primam

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Licenciatura em Geografia, Chapecó,SC, 2025.

1. Cordyceps, distribuição geográfica, fungos patogênicos e entomopatogênicos, mudanças climáticas, The Last of Us.. I. Primam, Gisele Leite de Lima, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

NATALY KAUANI REZER PAZ

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO *Cordyceps* NO BRASIL:

determinantes ambientais que levam à sua proliferação e o impacto cultural de The Last of Us

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Licenciada.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 15/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
GISELE LEITE DE LIMA PRIMAM
Data: 17/07/2025 19:20:02-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Gisele Leite de Lima Primam – UFFS
Orientadora

gov.br Documento assinado digitalmente
ADEMAR GRAEFF
Data: 16/07/2025 16:20:15-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Me. Ademar Graeff - UNOCHAPECÓ
Avaliador

gov.br Documento assinado digitalmente
FABIANA BERTONCINI
Data: 17/07/2025 09:08:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Esp. Fabiana Bertoncini - ICMBio
Avaliadora

gov.br Documento assinado digitalmente
SARAH LAWALL
Data: 17/07/2025 18:47:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Sarah Lawall - UFRRJ
Avaliadora

Dedico este trabalho a mim mesma, e a todas as mulheres que dedicaram suas vidas à ciência. Que esta conquista seja um lembrete de que todo esforço vale à pena.

AGRADECIMENTOS

Existem muitas coisas que me fazem ser grata pelas conquistas que vão se somando aos poucos na minha vida. Mas a primeira que terá minha gratidão eterna é o incentivo da minha família. Agradeço aos meus pais, Cleia e Luiz, pelas batalhas vencidas, sempre pensando no melhor para mim e para os meus irmãos. Quero que saibam que essa conquista é, também, para vocês! Não posso dar todas as melhores coisas do mundo para cada um, e não existem demonstrações que sejam suficientes para expressar o quanto sou grata por todo trabalho sofrido que já enfrentaram, enquanto eu estava no conforto que me proporcionaram; então, só me resta oferecer o meu mais sincero amor. Eu amo vocês imensamente!

Aos meus irmãos (e minha cunhada do coração), obrigada por me incentivarem tanto quanto nossos pais, e obrigada por colocarem no mundo os seres que mais amo: minhas sobrinhas e meus sobrinhos. Emily, Lauana, Thay, Kety, Dérick e Samuca, espero que minhas conquistas sirvam de inspiração para vocês, para que cheguem mais longe do que eu. O mundo é grande, e vocês vão conquistar cada cantinho dele!

Aos amigos que sempre estiveram comigo, me faltam palavras para descrever o papel importante que cada um de vocês tem na minha vida.

Júnior, nossa amizade surgiu quando ainda éramos dois adolescentes que mal imaginavam a trajetória que construíram juntos ao longo dos anos. Estar com você é como estar em casa. Aconchegante e tão tranquilo que, por vezes, até esqueço que somos como parte daquele trio de Hogwarts. Já passamos por tantas coisas e seguimos enfrentando os desafios da vida adulta, sempre juntos. Porque, no fim das contas, a verdadeira magia sempre esteve aqui, na nossa amizade.

Vini, a nossa amizade começou de uma forma que me enche de orgulho. Nos conhecemos já na universidade, lutando pelo direito à democracia no lugar onde construímos parte da nossa história. Tenho orgulho de cada momento em que nos vimos lado a lado, defendendo os direitos que nos pertencem, e eu espero que a nossa amizade siga resistindo e persistindo até o fim.

Gabi, no dia em que te emprestei uma caneta e desejei boa sorte, eu jamais imaginaria o quanto você se tornaria importante na minha vida. Você é, para mim, a personificação da amizade entre duas mulheres que se reconhecem e se acolhem, sem julgamentos. Obrigada por, em tão pouco tempo, ter feito tanto por mim.

O “Reclame Aqui” me proporcionou um lugar de abrigo, com muitas risadas. Vocês foram os amigos com quem pude contar quando só precisava desabafar sobre a “dor de cabeça do TCC” ou quando tudo o que eu precisava era sair para distrair a cabeça. Agradeço muito pela amizade e pelo companheirismo de vocês, e espero ter retribuído todo esse carinho da melhor forma.

Para minhas amigas espalhadas pelo Brasil, quero dizer que foi o amor pelos jogos que nos aproximou e fez de vocês pessoas extremamente importantes na minha vida. Não importa se estão no estado de São Paulo, em Goiânia ou aqui pertinho, em Floripa — a internet nos uniu de um jeito que a distância chega a parecer minúscula. Sinto vocês comigo todos os dias entre as conversas, risadas e madrugadas em chamadas de voz. Vivemos momentos que vou guardar com muito carinho. Obrigada por serem apoio, distração, afeto e alegria.

E não poderia deixar de fora os amigos que a Geografia e a Ciência da Computação me deram. Vocês foram colegas de sala, de RU, de trabalhos em grupo e de campo ou de conversas nos corredores. Mas, acima de tudo, foram amigos. Obrigada por compartilharem comigo não apenas o amor pela Geografia, mas também a vida universitária, que vai muito além dos estudos. Estar com vocês tornou tudo mais leve, e vocês sempre serão parte do meu lugar de pertencimento.

Aos meus amigos e à minha família, não importa o tempo, o espaço ou as circunstâncias: eu encontraria cada um de vocês em qualquer universo, em qualquer multiverso (mesmo se estivéssemos presos em um apocalipse zumbi).

Finalizo dizendo que não estaria aqui sem minha orientadora, Gisele. Desde o primeiro semestre que tive aula com ela, encontrei não só uma professora incrível, mas também uma amiga. Gi, você me ofereceu apoio e contribuiu para a minha vida de uma forma tão significativa que sinto que dificilmente encontrarei alguém que tenha representado um papel tão importante na minha trajetória como você (isso mesmo antes de aceitar ser minha orientadora). Você sempre será alguém que eu vou lembrar com carinho e respeito. Agradeço profundamente todo o apoio que me deu, e por cada momento em que teve empatia e cuidado comigo. Isso significou muito para mim e transformou o tipo de profissional que quero me tornar.

“Lembre-se, quando estiver perdido na escuridão, procure pela luz.” — *The Last of Us (jogo eletrônico, 2013)*

RESUMO

Entre os diversos gêneros de fungos, o *Cordyceps* se destaca por sua variedade de espécies, incluindo uma que é capaz de parasitar insetos, representando um exemplo importante para estudos dentro da Biogeografia, Ecologia e até mesmo da Biogeografia da Saúde, já que juntas podem estudar a distribuição desses organismos e sua interação com o meio ambiente. As mudanças climáticas se tornam cada vez mais presentes no nosso planeta, e esses fenômenos contribuem com a alteração da distribuição desses fungos, facilitando e expandindo sua presença em novas áreas que antes não eram habitadas por eles, visto que os fungos têm uma grande capacidade de adaptação e por isso estão presentes em quase todos ambientes e ecossistemas terrestres. O objetivo central deste projeto é analisar a distribuição geográfica do gênero *Cordyceps*, buscando compreender e estudar os fatores que influenciam diretamente essa distribuição e quais fatores geográficos e biogeográficos favorecem a sua ocorrência. Foi adotada uma abordagem que junta métodos qualitativos e quantitativos, utilizando revisão teórica, análise de dados secundários sobre clima e biodiversidade, e a aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para mapear a distribuição desses organismos. Nesta pesquisa foi abordada a visibilidade dos fungos patogênicos na cultura popular, mais precisamente após o lançamento e o sucesso do jogo e da série *The Last of Us*, buscando mostrar seu papel na sensibilização pública sobre a importância da pesquisa científica nessa área. Com este trabalho espera-se que a análise contribua para um melhor entendimento dos impactos das mudanças climáticas na propagação de espécies fúngicas, além de reforçar a relevância de narrativas fictícias como ferramentas de conscientização sobre assuntos reais, promovendo o aprendizado e despertando a curiosidade científica, motivando os jovens a pesquisar e compreender questões atuais.

Palavras-chave: *Cordyceps*, distribuição geográfica, fungos patogênicos e entomopatogênicos, mudanças climáticas, *The Last of Us*.

ABSTRACT

Among the various fungai genera, *Cordyceps* stands out for its wide variety of species, including one capable of parasitizing insects. This makes it an important example for studies in Biogeography, Ecology, and even Medical Biogeography, as these fields together can investigate the distribution of such organisms and their interactions with the environment. Climate change is becoming increasingly present on our planet, and these phenomena contribute to altering the distribution of these fungi, facilitating and expanding their presence into new areas previously uninhabited by them. Fungi have a high capacity for adaptation and are therefore found in nearly all terrestrial environments and ecosystems. The central objective of this project is to analyze the geographical distribution of the *Cordyceps* genus, aiming to understand and study the factors that directly influence this distribution and which geographical and biogeographical factors favor its occurrence. A mixed-methods approach will be adopted, combining qualitative and quantitative methods, including theoretical literature review, analysis of secondary data on climate and biodiversity, and the application of Geographic Information Systems (GIS) to map the distribution of these organisms. This research will also explore the visibility of pathogenic fungi in popular culture, particularly after the release and success of the video game and television series *The Last of Us*, aiming to highlight their role in raising public awareness about the importance of scientific research in this field. This study is expected to contribute to a better understanding of the impacts of climate change on the spread of fungai species and to reinforce the relevance of fictional narratives as tools for raising awareness about real-world issues. It seeks to promote learning and spark scientific curiosity, especially among young people, encouraging them to research and understand current global challenges.

Keywords: *Cordyceps*; Geographic distribution; Pathogenic and entomopathogenic fungi; Climate change; *The Last of Us.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cordyceps militaris e Ophiocordyceps unilateralis, respectivamente.....23
Figura 2 - Mapa das ocorrências do gênero Cordyceps no Brasil 27
Figura 3 - Distribuição de Espécies do Gênero Cordyceps no Brasil.....30
Figura 4 - Evolução do interesse global pelo termo “Cordyceps” no Google Trends (2013–2025).....34
Figura 5 - Distribuição geográfica do interesse pelo termo “Cordyceps” no Google Trends (2013–2025).....35
Figura 6 - Interesse ao longo do tempo e tópicos relacionados para o termo “Cordyceps” segundo o Google Trend.....36
Figura 7 - Publicações sobre Cordyceps por ano na PubMed (2000–2025).....37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 — Número de Registros por Espécie do Gênero *Cordyceps* no Brasil.....29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C.	*Cordyceps* (abreviação científica de gênero)
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
QGIS	Quantum Geographic Information System
SBMic	Sociedade Brasileira de Micologia
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TLOU	*The Last of Us* (jogo e série)
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 18
2.1 BIOGEOGRAFIA ECOLÓGICA: A RELAÇÃO ENTRE A BIOGEOGRAFIA E A ECOLOGIA 18
2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA PROLIFERAÇÃO FÚNGICA 20
2.3 O GÊNERO *Cordyceps* E SUAS APLICAÇÕES CIENTÍFICAS 22
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 27
4.1 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO Cordyceps NO BRASIL 27
4.2 A CULTURA POPULAR E A CIÊNCIA: CORDYCEPS E THE LAST OF US 31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 38
REFERÊNCIAS 40

1 INTRODUÇÃO

Os fungos desempenham funções fundamentais na dinâmica dos ecossistemas, atuando tanto como decompositores quanto como causadores de doenças em diferentes organismos. O gênero *Cordyceps* destaca-se por sua variedade de espécies, incluindo uma que infecta artrópodes, sendo um excelente exemplo de fungo entomopatogênico[1], que pode ser trabalhado na área da Biogeografia Ecológica, que investiga a distribuição dos seres vivos e os fatores que a influenciam. Segundo Mueller (1976, p. 9), "a Biogeografia pesquisa as razões da distribuição dos organismos, das comunidades vivas (biocenoses) e dos ecossistemas nas paisagens, países e continentes do mundo. A estrutura, a função, a história e os fatos indicadores sobre espaços são o objetivo dos estudos biogeográficos".

Através de um enfoque interdisciplinar, a Biogeografia analisa os organismos vivos, sua influência nas estruturas, nas conexões e nos fenômenos dos ecossistemas, observando de maneira integrada o tempo e o espaço. Para Elhai (1968, n.p), a Biogeografia é definida como "o estudo das plantas e animais na superfície da terra, suas repartições, seus agrupamentos e suas relações com outros elementos do mundo físico e humano". Troppmair (2012, p. 35) explica que "os fungos tem como seu habitat favorito lugares úmidos onde haja decomposição de matéria orgânica e que costumam fixar-se na terra, árvores, ou até mesmo em diversas matérias orgânicas que estão em decomposição e quando parasitas, os encontramos em plantas."

Já quando falamos sobre fungos entomopatogênicos, estamos falando de parasitas que infectam e matam seus hospedeiros, que neste caso, são uma variedade de artrópodes. A capacidade desses fungos de controlar o comportamento de seus hospedeiros é bastante curiosa, visto que esse ciclo começa quando o inseto recebe a adesão de esporos que germinam e se reproduzem dentro dele. O fungo parasitário cresce e se multiplica no sistema hemolinfático até consumir todos os nutrientes e levar seu hospedeiro à morte. Um exemplo disso é *Ophiocordyceps unilateralis*, uma espécie do gênero *Cordyceps* (dividido em três familias: *Cordycipitaceae, Clavicipitaceae* e *Ophiocordycipitacea,* a qual o *Ophiocordyceps* pertence), conhecido por parasitar insetos nas regiões tropicais e subtropicais, tornando-se um modelo muito interessante para ser analisado em Biogeografia.

A relação entre esses fungos e as mudanças climáticas têm se tornado um tema bastante relevante nos últimos anos, já que alguns estudos atuais apontam que o aquecimento global e

[1] Fungos entomopatogênicos são organismos que têm a capacidade de infectar e causar doenças em insetos e outros artrópodes. Eles atuam como agentes biológicos de controle e são encontrados em diversos ambientes, visto que desempenham um papel ecológico importante.

as alterações climáticas podem levar à propagação de fungos em áreas onde anteriormente não conseguiam sobreviver. O *Cryptococcus gattii,* por exemplo, sendo um fungo que antes era encontrado em regiões tropicais, agora é encontrado em áreas temperadas como resultado de algumas mudanças climáticas ao longo das décadas. Essa mudança também pode acontecer com o gênero *Cordyceps* — mesmo que isso leve milhões de anos — e outras espécies de fungos, pois o aumento da temperatura e mudanças na umidade causam a proliferação de fungos em novos territórios.

As mudanças climáticas têm sido assunto principal em diversas áreas nos últimos tempos. Acontecimentos que foram alertados cientificamente têm, de fato, acontecido e acabam por afetar diretamente o nosso planeta, mesmo que de maneiras diferentes. O aquecimento global provoca desequilíbrios ambientais significativos, temos como exemplo o derretimento das calotas polares, ou as enchentes mais recentes no estado do Rio Grande do Sul (maio de 2024), que destruiu lares, deixando milhares de pessoas desabrigadas. As secas e as ondas de calor, são mudanças que saíram de previsões e se tornaram uma realidade atual. E, é uma realidade que compromete o funcionamento dos ecossistemas e a própria saúde pública.

Essas alterações climáticas em escala global cada vez mais frequentes mostram que não são eventos isolados, já que formam um padrão de desequilíbrio que atinge não só a natureza, mas também todas as espécies de seres vivos existentes. Pesquisas mostram que essas transformações colocam em risco e alteram o funcionamento dos ecossistemas, prejudicando diretamente espécies de animais e vegetais, considerando que as condições ambientais favoráveis à sobrevivência e proliferação desses organismos podem sofrer mudanças significativas, os levando a se adaptar ao novo ambiente em que estão inseridos, ou até mesmo em regiões onde não conseguiam se estabelecer anteriormente.

Os fungos são organismos com uma complexa habilidade de adaptação, permitindo sua viabilidade em condições variáveis e em quase todos os ecossistemas terrestres e aquáticos, sendo que a maior diversidade desses organismos está localizada em regiões tropicais (Blackwell, 2011). A busca pela compreensão dos fatores que influenciam a distribuição geográfica e a proliferação dos fungos entomopatogênicos, como os do gênero *Cordyceps,* é de extrema importância científica para tornar conhecida a origem da disseminação dessas espécies, principalmente após as mudanças de temperatura ou a degradação dos ecossistemas, por exemplo.

Além de terem um impacto significativo, os fungos também ganharam espaço na cultura popular através do jogo *The Last of Us,* lançado em 2013, pela desenvolvedora de vídeo games norte-americana, *Naughty Dog*. No jogo em questão, os personagens principais, *Joel e Ellie*,

tentam sobreviver em meio ao caos causado por uma pandemia fúngica, que transforma a maioria da população em criaturas conhecidas como infectados*,* devido a um fungo que, além de infectar os seres humanos, os controla de maneira inspirada no comportamento real do *Ophiocordyceps unilateralis*.

A série lançada em 2023, intitulada com o mesmo nome do jogo, nos apresenta no primeiro episódio chamado: "Quando estiver perdido na escuridão", uma conversa entre cientistas durante um programa na Indonésia, onde um dos entrevistados é questionado sobre uma infecção fúngica. Durante a discussão, é apontada a possibilidade de uma pandemia causada por um fungo semelhante ao *Cordyceps,* que no mundo real, não afeta os seres humanos. O cientista aponta que, se esse gênero evoluísse e fosse capaz de infectar pessoas, seria impossível parar a contaminação devido à sua facilidade em se adaptar e se espalhar rapidamente, ou seja, se ele se tornasse um patógeno humano, a espécie humana estaria destinada ao fim. Por mais que, na realidade, esse fungo infecta somente os insetos, o fato de ele manipular o comportamento de seus hospedeiros para garantir sua propagação é cientificamente verdadeiro.

Freire (2012, p. 1), comenta que "os distintos ecossistemas da Mata Atlântica de Santa Catarina não foram explorados para o estudo sobre a diversidade de *Cordyceps*. Sendo assim, a Mata Atlântica de Santa Catarina se torna um cenário incentivador para esforços de amostragem e estudos que envolvam não somente o reconhecimento das espécies de *Cordyceps*, mas também da sua biologia, ecologia e biogeografia, entre outros aspectos." Isso nos mostra que, dentro da Biogeografia este tema é importante para enfatizar a necessidade de se estudar os aspectos ecológicos e geográficos da distribuição dos fungos, além de apresentar questões estudadas na Biografia da saúde, como a proliferação dessas espécies afeta a saúde dos ecossistemas.

Já a análise da distribuição geográfica do gênero *Cordyceps,* por sua vez, serve para apresentar a compreensão da ocorrência desses organismos e seus fatores, já que essa disseminação pode impactar ecossistemas e a saúde humana, o que torna este tipo de pesquisa fundamental e a representação fictícia surge como uma ferramenta de alerta sobre os riscos reais que a evolução fúngica pode representar. Portanto, realizar pesquisas nesta área não só contribui para o avanço do conhecimento científico, mas também para a conscientização pública sobre a importância da educação em saúde.

Para conduzir a pesquisa, foi adotada uma abordagem que combinou métodos qualitativos e quantitativos, a fim de investigar a distribuição geográfica dos fungos pertencentes ao gênero *Cordyceps* e os elementos que afetam seu crescimento. A etapa inicial

envolveu a coleta de um referencial teórico através de bibliotecas digitais catálogos de bibliotecas e bases de dados**,** fundamentando-se em autores como Mueller (1976), Troppmair (2012) e Freire (2012), que abordam temas relacionados à Biogeografia.

A segunda etapa da pesquisa baseou-se na coleta e análise de dados secundários relacionados à presença dos fungos do gênero *Cordyceps*, utilizando bancos de dados de biodiversidade, como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) e o Reflora - Flora e Funga do Brasil, que oferece uma base de dados para consulta de espécies vegetais no Brasil, permitindo explorar informações sobre a classificação e distribuição de espécies da flora brasileira. Além disso, serão adquiridos dados sobre o ambiente e o clima, visando compreender as condições que favorecem a multiplicação desses fungos. Em seguida, será feito um levantamento geoespacial, utilizando o software *QGIS*, para gerar mapas que ilustram a distribuição atual dos fungos.

Além dos aspectos científicos, o estudo abordará a representação cultural dos fungos, enfatizando a importância de *The Last of Us*. A análise abordará as similaridades e diferenças entre a ficção e a ciência real sobre o mundo do *Cordyceps*, além de utilizar dados do Google Acadêmico e PubMed para analisar o crescimento de pesquisas, artigos e resenhas sobre o *Cordyceps*, e os dados coletados do Google Trends servem para analisar o aumento das buscas sobre o *Cordyceps* desde o ano de lançamento do jogo (2013). Identificando se o sucesso do lançamento gerou mais interesse ou conscientização sobre fungos e se essas narrativas auxiliam no debate sobre a análise de como essas representações ajudam a entender a importância da pesquisa científica.

O trabalho elaborado busca investigar como as mudanças climáticas extremas vêm modificando a distribuição geográfica do Gênero *Cordyceps* no Brasil, criando condições que permitam sua proliferação em regiões antes desfavoráveis à sua sobrevivência. Além de abordar como pesquisas científicas têm ganhado espaço devido a cultura popular que introduziu esses organismos nas discussões públicas através de *The Last of Us, p*or exemplo*,* que representa uma pandemia fictícia causada por um fungo inspirado no *Cordyceps*, que ganhará destaque nesta pesquisa. E ao trazer uma infecção fúngica em uma escala global, a história fictícia gera reflexões sobre a importância de pesquisas científicas focadas em patógenos, promovendo a conscientização pública.

Dessa forma, notamos que a Biogeografia Ecológica e a Geografia são essenciais para compreender como a distribuição de organismos se relaciona com as mudanças climáticas e como as alterações no ambiente, como a urbanização e o aquecimento global, têm um impacto direto nas disseminações, enfatizando a relevância de pesquisas interdisciplinares.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BIOGEOGRAFIA ECOLÓGICA: A RELAÇÃO ENTRE A BIOGEOGRAFIA E A ECOLOGIA

Muitos geógrafos definem a Geografia a partir da sua área de estudo e, para todos eles ela pode ser vista de várias maneiras diferentes, mas sempre partindo do mesmo ponto: o espaço geográfico. Com a Geografia podemos estudar os fenômenos que acontecem em nosso planeta, como os humanos vivem em sociedade e, principalmente, como eles interagem e se relacionam ao longo dos anos. Partindo dessa perspectiva, percebemos que a Geografia é definida como uma ciência que busca analisar as dinâmicas espaciais que surgem a partir da interação entre o ser humano e a natureza, e que ela se divide e consegue ser mais ampla do que muitos imaginam.

Quando falamos de Biogeografia, como parte da ciência geográfica em si, estamos relacionando seus objetivos, mesmo que ela seja definida como o estudo das razões da distribuição dos organismos e em "Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza" Figueiró (2015, p. 13) comenta que:

> Desde a sua sistematização como uma disciplina científica, no século XIX, a Biogeografia representa um campo de estudos que se situa na interface entre a Geografia Física e a Humana, uma vez que tem como principal tarefa explicar a distribuição dos seres vivos na superfície da Terra, em diferentes escalas de espaço e de tempo. Considerando que os mecanismos que induzem e/ou controlam a distribuição desses organismos estão relacionados a tantas variáveis…

Já a Ecologia é definida como "o estudo científico das interações entre organismos e seu ambiente" (Cain, Bowman & Hacker, 2018, n.p). No livro "Fundamentos em Ecologia", os autores Townsend, Begon e Harper apontam que a ecologia pode ser considerada uma das primeiras ciências, já que está ligada diretamente com as necessidades humanas nas antigas sociedades. Eles pontuam também que os primeiros humanos praticavam um tipo de ecologia ao buscarem interagir de maneira segura com o ambiente onde estavam inseridos, seja em busca de alimento, cuidando de plantas e animais, ou lidando com organismos patógenos. Percebemos então, que a ecologia sempre buscou entender a distribuição e os fatores dos organismos, focando não só na sobrevivência, mas também na saúde coletiva.

E atualmente ela continua desempenhando um papel importante para lidarmos com os desafios ambientais atuais, principalmente quando o assunto é a conservação da biodiversidade ou o enfrentamento das mudanças climáticas, por exemplo.

Na Biogeografia podemos encontrar diversas subdivisões (Troppmair, 2012): Biogeografia antrópica ou social, a sociológica ou a histórica. A Biogeografia Florística-

faunística e a que terá destaque neste trabalho, a Biogeografia Ecológica. E ao relacionar a Biogeografia com a Ecologia, notamos que as duas são bastante semelhantes, e juntas relacionam o espaço geográfico com os seres vivos e o meio ambiente. A união dessas duas ciências ressalta a importância de abordagens interdisciplinares para tornar compreensível os sistemas naturais que são, muitas vezes complexos, mas que moldam a distribuição e as interações da vida no nosso planeta.

Toppmair (2012, p. 4) comenta que: "A Biogeografia Ecológica é responsável por estudar as inter-relações dos seres vivos com as condições geoecológicas do meio ambiente em determinado espaço". No mesmo livro percebemos que, enquanto a Biogeografia Histórica costuma focar em padrões evolutivos de longo prazo, como o processo de extinção ao longo das eras geológicas. A Biogeografia Ecológica busca compreender os fatores que determinam a distribuição dos organismos vivos na superfície terrestre a partir dos padrões atuais, considerando o clima, relevo, vegetação, os tipos de solo e a presença ou ausência de espécies em certas regiões.

E a compreensão dessas dinâmicas ecológicas e também espaciais é essencial em diversas áreas da ciência, seja para enfatizar a conservação da biodiversidade ou a organização do planejamento territorial até para prever o nível dos impactos das mudanças climáticas, tornando as decisões que tendem a serem tomadas mais sustentáveis e assertivas, na maioria das vezes.

No estudo sobre fungos, a Biogeografia Ecológica serve como uma das principais fontes de estudos para entender como esses organismos se distribuem, levando em consideração os fatores ambientais. Sabemos que os fungos têm uma relação peculiar com variáveis ecológicas como a umidade, temperatura e presença de matéria orgânica, visto que, eles têm uma capacidade de adaptação bastante impressionante, tendo a capacidade de até relevar o estado de saúde de um ecossistema, na maioria das vezes.

No contexto atual, a aplicação da Biogeografia Ecológica torna-se essencial ao considerarmos as transformações dos ambientes, ela ajuda a enriquecer a compreensão sobre a conservação da biodiversidade, mas também traz ferramentas para prever os impactos das mudanças na distribuição de diversas espécies. E no estudo sobre fungos, ela se torna essencial para investigar os fatores principais que definem a presença desses organismos.

2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA PROLIFERAÇÃO FÚNGICA

Os fungos desempenham funções que são essenciais ecologicamente, já que trabalham como decompositores nos ecossistemas terrestres e são responsáveis pela degradação de materiais orgânicos como a celulose, o que possibilita a reciclagem de nutrientes que são fundamentais como o nitrogênio, fósforo e o carbono. Muitas espécies de fungos também se relacionam simbioticamente com plantas, formando associações micorrízicas que as ajudam a absorver a água e sais minerais, contribuindo para a formação da estrutura do solo.

Red e Smith (2008) apontam que mais de 80% das espécies vegetais fazem parte desse tipo de relação, e essas relações tornam-se essenciais para a saúde dos ecossistemas, já que além de otimizarem o crescimento também aumentam a resistência a condições ambientais como a seca ou a salinidade do solo, exercendo papéis importantes no que podemos chamar de manutenção da biodiversidade e são considerados bioindicadores vulneráveis às mudanças climáticas. Considerando a elevada vulnerabilidade às alterações climáticas em contextos dentro do aquecimento global, Williams et al. (2023, p. 2) afirmam:

> As mudanças climáticas impactam significativamente os sistemas atmosféricos, ecológicos, agrícolas e sociais. Aumentos documentados na temperatura global, precipitação extrema e a frequência e intensidade de eventos climáticos severos têm sido associados a uma variedade de resultados adversos à saúde [...]. Os fungos são particularmente suscetíveis aos efeitos das mudanças climáticas porque a maior diversidade e biomassa de fungos são encontradas na camada superior do solo, na vanguarda das mudanças ambientais [...]. As evidências sugerem que a evolução dos padrões climáticos contribuiu para a expansão das áreas geográficas de fungos endêmicos, surgimento de novos patógenos e aumento da resistência antifúngica.

Apesar de contribuir significativamente com a biodiversidade do nosso planeta, e apresentar uma ampla distribuição geográfica, capaz de ser encontrada desde ambientes terrestres até os ambientes aquáticos, a comunidade fúngica é bastante sensível às variações ambientais como as mudanças na temperatura, umidade e até mesmo ao ph do solo. Além disso, o deslocamento de certas espécies fúngicas, principalmente quando impulsionado pelas mudanças climaticas, pode acarretar na migração de fungos patogênicos em novos ambientes e também hospedeiros (como no caso do *Ophiocordyceps unilateralis*), e eles podem ser tanto vegetais, animais ou até mesmo humanos.

Estudos como o intitulado *"Candida auris in Brazil: persistence, biofilm formation and resistance in hospital outbreaks"* (MELO et al., 2023) já observaram esse comportamento em casos como o de *Candida auris*, que já teve surtos registrados no Brasil e que representa riscos graves à saúde pública, especialmente se considerarmos a urbanização desenfreada e a degradação ambiental. Assim como outros que também são preocupantes e são avaliados por

cientistas como um possível resultado direto do aumento das temperaturas globais (CNN BRASIL, 2023; CIÊNCIA HOJE, 2024).

As mudanças climáticas alteram a dinâmica das comunidades fúngicas em uma escala global, já que o aumento das temperaturas acelera o ciclo de vida de muitas espécies. Essa alteração pode intensificar a reprodução e a taxa de mutações dessas e de outras espécies, a elevação da umidade relativa, por sua vez, mesmo que em determinadas regiões, contribui para a esporulação (processo pelo qual os fungos produzem e liberam esporos) e proliferação de fungos, ao mesmo tempo que o aumento dos gases de efeito estufa (dióxido de carbono, por exemplo) afetam a composição dos microrganismos do solo, favorecendo a emergência de resistentes e antifúngicos (GARCIA-SOLACHE; CASADEVALL, 2010).

Ao aprofundar esse assunto, Pimentel et al. (2022, n.p) destacam que "eventos de seca prolongada seguidos por períodos de chuva intensa podem estressar as plantas, tornando-as mais suscetíveis a doenças fúngicas, como a ferrugem e o oídio, impactando diretamente a segurança alimentar global". Essa suscetibilidade é uma preocupação crescente para a fitopatologia.

No contexto do Brasil, as pesquisas têm sido focadas na fitopatologia e na saúde humana, a Embrapa é uma das referências em estudos sobre esses impactos. Em um levantamento recente (CLIMATEMPO, 2025) sobre 304 patossistemas agrícolas brasileiros, aponta que "o aumento médio da temperatura pode ultrapassar os 4,5°C em algumas regiões brasileiras até o fim do século [...]. Para doenças causadas por fungos, como antracnose e oídio, esse cenário cria condições ideais para a proliferação". Isso evidencia a preocupação crescente com a segurança alimentar frente à resistência das doenças fúngicas nas lavouras brasileiras.

Para a saúde humana, a elevação das temperaturas e as alterações nos padrões normais de umidade influenciam diretamente a distribuição de fungos patogênicos. O Jornal da USP (2023) destaca que as mudanças climáticas "podem tornar alguns tipos de fungos mais resistentes e letais", criando um alerta para o aumento de incidência de micoses e de fungos que antes não eram tão comuns. Conforme explica João Nóbrega de Almeida Júnior (2023, n.p), médico infectologista, está ocorrendo uma "substituição dos fungos que crescem em temperaturas menores para aqueles que crescem em temperaturas maiores e esses fungos são potencialmente patogênicos".

Além dos patógenos, pesquisadores da Unicamp (ALISSON, 2019, n.p) apontaram como as mudanças climáticas podem alterar as relações simbióticas entre microrganismos e árvores, mostrando que "variáveis climáticas associadas à decomposição da matéria orgânica, como a temperatura e a umidade, são os principais fatores que influenciam as simbioses de

fungos micorrízicos e ectomicorrízicos". Um estudo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, 2023) aponta que mesmo os fungos decompositores que são cruciais para a reciclagem de nutrientes estão sendo afetados.

O *Auricularia brasiliana,* popularmente conhecido como "orelha de pau", e o *Megasporoporia neosetulosa* foram utilizados na pesquisa feita pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES, 2024), que apontou: "o clima é um fator importante na distribuição [...], pois a temperatura e a precipitação têm forte influência na permanência das espécies nos ambientes". Esse artigo alertou que haverá uma redução de habitats climaticamente adequados para a ocorrência dessas espécies, reforçando a necessidade de ações de conservação urgentes.

Diante disso, percebemos que as mudanças climáticas deixaram de ser apenas algo distante e se tornaram uma realidade que deve ser enfrentada e que já molda a proliferação fúngica e suas dinâmicas, trazendo consequências diretas não só para a biodiversidade do planeta, mas também para a segurança alimentar e a saúde pública. A distribuição geográfica de patógenos e o aumento da resistência aos antifúngicos são alertas de um ecossistema que está correndo riscos que desestabilizam suas relações ecológicas essenciais. Essa complexidade de interações mostra que os fungos são agentes ativos e que as transformações do planeta acabam impactando sua produtividade e podem, sem dúvidas, se tornarem novas ameaças à saúde dos seres humanos.

Portanto, a comunidade científica deve desempenhar um papel ativo nas pesquisas e na implementação de estratégias de mitigação e adaptação desses organismos. Somente adotando uma abordagem que seja colaborativa e proativa, vamos conseguir lidar com os desafios dessa complexa interação entre clima e fungos, além de aumentar os investimentos em ciência e tecnologia e promover uma maior conscientização sobre os riscos associados à proliferação fúngica impulsionada pelas mudanças climáticas.

2.3 O GÊNERO *CORDYCEPS* E SUAS APLICAÇÕES CIENTÍFICAS

O gênero *Cordyceps* é conhecido por englobar fungos entomopatogênicos que pertencem a classe *Ascomycota* (maior grupo existente) e inclui mais de 500 espécies que são patógenos de artrópodes (ZHENG et al., 2011). E apesar de ser associado com a capacidade de manipular o comportamento de seus hospedeiros, não são todas as espécies deste gênero que possuem essa habilidade. Essa associação se dá pois, em 2007, grande parte dos fungos que

compartilham do mesmo comportamento eram classificados como *Cordyceps* (SBMic, 2003, p. 9). Hoje em dia, pesquisas atuais revelam que esse grupo fúngico é mais diverso e com base nesses dados os cientistas organizaram o grupo *Cordyceps* em três familias: *Cordycipitaceae, Clavicipitaceae* e *Ophiocordycipitacea*, e essa divisão permite que a compreensão histórica seja mais entendível.

O fungo responsável por alterar o comportamento real de seu hospedeiro chama-se *Ophiocordyceps*, pertencente à família *Ophiocordycipitaceae*. A forma de vida desse fungo é bastante curiosa, o contágio acontece a partir de esporos, onde eles unem-se ao corpo de um hospedeiro e se proliferam por meio de hifas, o que acaba consumindo os tecidos internos, levando o hospedeiro à morte.

Quando o inseto morre, o fungo cresce e começa a progredir através de estruturas de frutificação, que surgem do corpo morto e isso torna-se um ciclo, o que desperta a curiosidade científica desse gênero, não só dentro da ciência mas também em representações fictícias, já que o inseto contaminado é controlado como se de fato fosse um zumbi, e é posicionado em um microclima que seja ideal para que a espécie consiga se reproduzir adequadamente e consiga infectar outras formigas que passam por ali. Eles são notórios por sua capacidade de parasitar insetos e outros artrópodes, com muitas espécies amplamente distribuídas em florestas tropicais e temperadas. A seguir (Figura 1) duas imagens de espécies do gênero *Cordyceps.*

Figura 1 – *Cordyceps militaris* e *Ophiocordyceps unilateralis*, respectivamente.

Fontes: Frontiers Science News (2022) e Bio.saber (2020)

Embora já fossem conhecidos por naturalistas desde o século XIX (SBMic, 2023, p. 7), esses fungos que parasitam insetos permaneceram por muito tempo sem serem explorados pela ciência, e esse desinteresse pode ser associado a complexibilidade do seu cultivo em laboratórios, o que resultou em um atraso no entendimento de sua origem e evolução (ÁVILA; ALVES, 2011). Já o século XX, é marcado pelo avanço das tecnologias em diversas áreas da ciência, e conforme as tecnologias foram avançando, a biologia e a micologia aplicada passaram

a desenvolver pesquisas que foram além do que se tinha até então. E com esses avanços significativos para a humanidade, o gênero *Cordyceps* passou a ganhar destaque dentro da ciência pela crescente busca por alternativas biológicas para o controle de pragas e doenças, com números de pesquisa que tendem a crescer ainda mais (MORAES; BARRETO; MENDES, 2015)."

Historicamente, espécies do gênero *Cordyceps* têm sido utilizadas na medicina tradicional chinesa há mais de 1.500 anos para reabastecer os rins e acalmar os pulmões e foi oficialmente classificado como um medicamento na Farmacopeia Chinesa em 1964 (Comitê de Farmacopeia, Ministério da Saúde Chinês). Muitos *Cordyceps* naturais são usados na medicina tradicional chinesa na China, Japão, Coréia e outros países do leste asiático (Zhu et al. 1998). Essa tradição impulsionou a pesquisa científica moderna, que vem identificando compostos com diversas propriedades farmacológicas, como a cordicepina, um nucleosídeo com atividades antitumoral, antiviral e anti-inflamatória (TULI et al., 2009; PHULL; AHMED; PARK, 2022).

No Brasil, as pesquisas com fungos entomopatogênicos ganharam força pelo interesse global pelo potencial desses microrganismos, instituições como a Embrapa e outras universidades federais investigam espécies de *Cordyceps* e outros gêneros que podem ser utilizados para o controle de pragas agrícolas, oferecendo práticas sustentáveis que podem substituir os agrotóxicos químicos (NEVES; ALVES, 2017). A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e outras instituições possuem grupos de pesquisa dedicados à bioprospecção de fungos, buscando caracterizar substâncias com atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e até mesmo antitumorais, seguindo a tendência internacional de valorização da biodiversidade como fonte de inovação farmacológica (COSTA-SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2018).

A micologia médica no Brasil pesquisa o avanço do conhecimento sobre fungos, mesmo que seja principalmente sobre os patógenos humanos. O estudo sobre o *Cordyceps* contribui para uma compreensão mais ampla sobre a interação do fungo com seu hospedeiro e com a busca de novos métodos para lidar com doenças infecciosas e também inflamatórias, que vem crescendo no cenário da saúde pública no Brasil (BITTENCOURT; LOPES, 2012).

Nas áreas da biotecnologia e engenharia metabólica, o cultivo do gênero *Cordyceps*, principalmente de sua espécie *C. militaris*, tem acontecido em larga escala. A produção sustentável de metabólitos é viabilizada pelo uso de biorreatores e reaproveitamento de substratos agrícolas, diminuindo a necessidade de coletar espécimes selvagens. E a genômica entre espécies também contribui para o entendimento dos genes relacionados à virulência, adaptação ecológica e produção de metabólitos secundários, e é através de modificações

genéticas de cepas do *Cordyceps* ou de outros microrganismos que os cientistas podem intensificar vias biossintéticas que podem resultar na produção de compostos que podem ser reduzir os custos de produção e tornar alguns fármacos mais acessíveis.

O desenvolvimento de plataformas de fermentação de precisão, combinadas com a manipulação genética, abre caminho para a produção industrial sustentável e eficiente, superando os desafios associados à variabilidade da produção em espécimes naturais e à complexidade do cultivo selvagem (PATEL; SINGH, 2021). Mesmo tendo um progresso notável e que de fato tem um certo potencial, a integração do *Cordyceps* na medicina e biotecnologia enfrenta desafios no estudo clínico em humanos, já que estudos ainda buscam a comprovação de sua eficácia terapêutica para que seja aprovado o seu uso de forma segura e eficaz. Existem também preocupações quanto à segurança do consumo de suplementos, especialmente os que não estão padronizados e que podem variar na concentração de princípios ativos e conter impurezas (PANDEY et al., 2019).

De forma resumida, o gênero *Cordyceps* serve de interface entre a ecologia, a biotecnologia e a ciência médica. Sua história tradicional mostra seu potencial farmacológico comprovado em estudos que reforçam a importância de se investigar essas espécies cada vez mais, para que seja possível aprofundar sua compreensão que abre caminhos para novas funcionalidades, mas que também pode contribuir significativamente para a conservação da biodiversidade e para uso sustentável dos recursos naturais que estão disponíveis. O *Cordyceps* mostra-se extremamente versátil e bastante promissor nas pesquisas em diversas áreas da ciência, além de apresentar espécies que são bastante curiosas e que possuem diversas aplicações que tendem a serem descobertas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para conduzir a pesquisa, foi adotada uma abordagem que combinou métodos qualitativos e quantitativos, a fim de investigar a distribuição geográfica dos fungos pertencentes ao gênero *Cordyceps* e os elementos que afetam seu crescimento. A etapa inicial envolveu a coleta de um referencial teórico através de bibliotecas digitais catálogos de bibliotecas e bases de dados**,** fundamentando-se em autores como Mueller (1976), Troppmair (2012) e Freire (2012), que abordam temas relacionados à Biogeografia e à Biogeografia da Saúde.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na coleta e análise de dados secundários relacionados à presença dos fungos do gênero *Cordyceps*, utilizando bancos de dados de biodiversidade, como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) e o Reflora - Flora e Funga do Brasil, que oferece uma base de dados para consulta de espécies vegetais no Brasil, permitindo explorar informações sobre a classificação e distribuição de espécies da flora brasileira.

Além dos aspectos científicos, o estudo apontou a representação cultural dos fungos, enfatizando a importância que *The Last of Us* atribuiu ao tema. A análise também abordou as similaridades e diferenças entre a ficção e a ciência real sobre fungos patogênicos, além de utilizar artigos e resenhas sobre o impacto cultural do jogo e da série, em busca de avaliar como críticos e o público reagiram à forma como o fungo é representado.

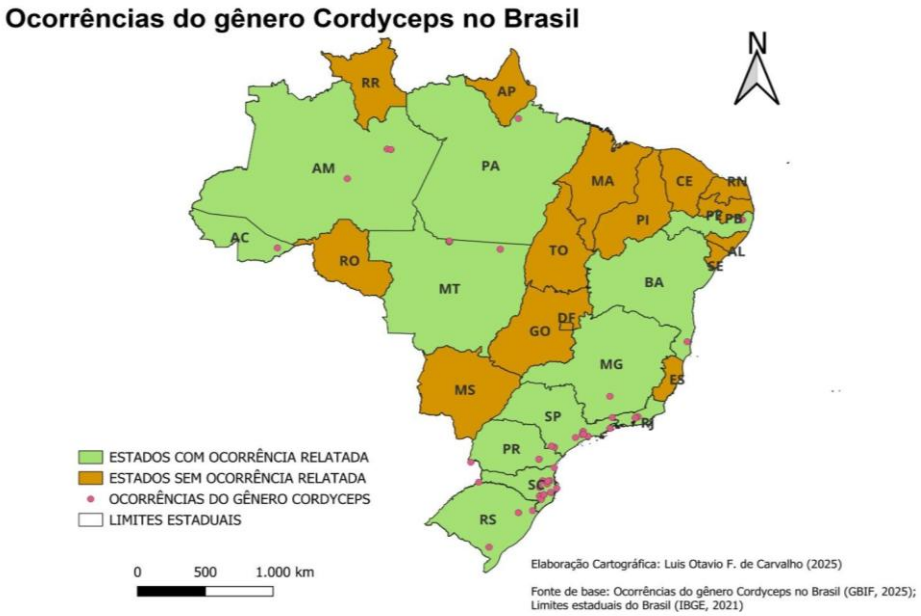
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÊNERO CORDYCEPS NO BRASIL

A análise das ocorrências do gênero *Cordyceps* no Brasil foi feita utilizando dados obtidos através de duas fontes secundárias: Reflora (estudo de espécies da flora do Brasil) e GBIF *(Global Biodiversity Information Facility)*. Os dados de ocorrência encontrados no GBIF e as ocorrências confirmadas apresentadas pela plataforma Reflora permitem observar padrões espaciais significativos e essa abordagem também permitiu uma visão completa da presença e dos padrões de distribuição do gênero *Cordyceps* e de suas espécies no Brasil, que é um país que merece reconhecimento pela sua diversidade.

Inicialmente, quando analisamos o mapa (Figura 2) feito a partir das informações da plataforma GBIF, aplicando-se os seguintes filtros: país igual a "Brazil", presença de coordenadas geográficas (HasCoordinate = true), status de ocorrência "Presente" (OccurrenceStatus = Present) e seleção de registros pertencentes a espécies do gênero *Cordyceps*, percebemos um padrão de distribuição geográfica específico para o gênero em todo o território do país, mesmo que essa abrangência não seja uniforme.

Figura 2 – Mapa das ocorrências do gênero *Cordyceps* no Brasil



Fonte: GBIF, 2025. Elaboração por Luis Otavio F. de Carvalho (2025).

Os dados apontam uma concentração significativa de registros encontrados nos três estados da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), já no Sudeste os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro também apresentaram uma quantidade de frequência de registros. Os registros encontrados na região Norte foram nos estados do Acre, Amazonas e Pará, na região Centro-Oeste, no estado do Mato Grosso, enquanto no Nordeste as ocorrências foram registradas nos estados de Pernambuco e Bahia. Essa disponibilidade de dados fornecidos pelo GBIF mostra que, embora a distribuição possa ser mais dispersa ou até mesmo menos estudada em algumas localidades, espécies do fungo *Cordyceps* estão de fato presentes no nosso país e é importante reconhecer que essa disparidade de dados pode ser influenciada pelos desafios que são comuns nos bancos de dados de biodiversidades em países como o Brasil.

A distribuição observada no mapa (Figura 2) pode ser interpretada por diversos fatores, sejam eles ecológicos ou antropogênicos. Como pontuado anteriormente neste trabalho, os fungos do gênero *Cordyceps* são em sua maioria entomopatogênicos que costumam parasitar insetos, ou até mesmo podem ser parasitas de outras espécies de fungos. Assim como todo o reino fungi, essas espécies costumam ser encontradas em climas e habitats que sejam favoráveis para o seu desenvolvimento, tendo preferências pela umidade e temperatura que os agradem. Regiões que possuem florestas densas e temperaturas amenas ou tropicais úmidas, como parte da Mata Atlântica e da Amazônia, são perfeitas para o ciclo de vida desse gênero e também de seus hospedeiros.

A Mata Atlântica concentra a maior parte dos registros de ocorrência de *Cordyceps*, principalmente no Sudeste e Sul do país. Isso acontece devido a umidade dessas regiões, a diversidade vegetal e os climas estáveis desse bioma, já que oferecem as condições ideais para o desenvolvimento de fungos parasitas, além de oferecer uma diversidade de insetos e outros fungos que ajudam na proliferação do *Cordyceps*. Também é provável que as coleções de herbários e micotecas localizadas no Sul e Sudeste tenham um volume maior de dados digitalizados e compartilhados com plataformas como o GBIF, em comparação com coleções de outras regiões que podem ter menos recursos.

Outro bioma número de ocorrências é a Amazônia, a alta biodiversidade e o clima equatorial desse bioma favorecem a presença de tipos variados de fungos, incluindo os do gênero estudado neste trabalho. E apesar da Amazônia ter uma extensão territorial grande, os registros de *Cordyceps* estão concentrados em áreas que são próximas aos centros urbanos e regiões com fácil acesso, o que indica a falta de registros em áreas afastadas. Nos biomas como

o Cerrado e Pampa, foram identificados poucos registros, especificamente em áreas de transição ecológica com o bioma da Mata Atlântica.

No cerrado, por mais que ele seja acaba apresentando a menor quantidade dos registros, o clima seco e a sazonalidade não contribuem para a proliferação desses fungos, além da pesquisa limitada sobre o assunto e nessas regiões. Na Caatinga e no Pantanal, não foram encontradas ocorrências do gênero *Cordyceps* nos bancos de dados que foram consultados, a aridez do solo da Caatinga e a sazonalidade do Pantanal podem ser os principais motivos para que esses fungos não consigam sobreviver ali, visto que precisam de ambientes úmidos e de hospedeiros artrópodes. O padrão dessa distribuição mostra a dependência dos fatores climáticos (temperatura e umidade), assim como a necessidade de hospedeiros e de ecossistemas que sejam favoráveis a eles.

A Tabela 1 apresenta o número de ocorrências registradas no Brasil para diferentes espécies do gênero *Cordyceps*, conforme os dados obtidos por meio da plataforma GBIF em 2025. A plataforma registrou 115 ocorrências, que forma organizadas com o objetivo de identificar as espécies distintas, que totalizaram 14, com destaque para *Cordyceps tenuipes*, que apresentou o maior número de ocorrências (12), seguida por *Cordyceps takaomontana* (6) e *Cordyceps cateniannulata* e *Cordyceps nidus* (ambas com 3 ocorrências). As demais espécies apresentaram entre uma e duas ocorrências. Esses dados demonstram uma diversidade considerável dentro do gênero no território brasileiro, ainda que com variações significativas na frequência de registros por espécie.

Tabela 1 – Número de Registros por Espécie do Gênero *Cordyceps* no Brasil

Espécie	Nome Científico	Nº de Ocorrências
Cordyceps tenuipes	Cordyceps tenuipes (Peck) Kepler, B.Shrestha & Sp	12
Cordyceps takaomontana	Cordyceps takaomontana Yakush. & Kumaz.	6
Cordyceps cateniannulata	SH1259080.09FU	3
Cordyceps nidus	Cordyceps nidus T.Sanjuan, Chir.-Salom. & S.Restre	3
Cordyceps militaris	Cordyceps militaris (L.) Fr.	2
Cordyceps cylindrica	Cordyceps cylindrica Peth	2
Cordyceps puiggarii	Cordyceps puiggarii Speg.	2
Cordyceps militaris	Cordyceps militaris (L.) Link	2
Cordyceps shuifuensis	Cordyceps shuifuensis H.Yu, Y.B.Wang, Y.Wang & Z	2
Cordyceps cateniannulata	Cordyceps cateniannulata (Z.Q.Liang) Kepler, B.Shr	1
Cordyceps farinosa	Isaria farinosa (Holmsk.) Fr.	1
Cordyceps farinosa	Cordyceps farinosa (Holmsk.) Kepler, B.Shrestha &	1
Cordyceps exasperata	Cordyceps exasperata A.F.Vital	1
Cordyceps venezuelensis	Cordyceps venezuelensis Mains	1

Fonte: GBIF, 2025. Elaboração: Vinicius dos Reis de Jesus (2025).

Partindo para as informações encontradas na plataforma Reflora - Flora e Funga do Brasil, as ocorrências encontradas aparentam ser mais objetivas e são baseadas em validações taxonômicas. Segundo esses dados, apresentados no mapa abaixo (Figura 3), a presença do Cordyceps está registrada nos estados do Acre e Amazonas, na região Norte. Mato Grosso, na região Centro-Oeste e Paraná e Santa Catarina, na região Sul.

Figura 3 – Distribuição de Espécies do Gênero *Cordyceps* no Brasil

Fonte: Reflora - Flora e Funga do Brasil, 2020. Dados organizados por Nataly Paz, 2025.

Por mais que os dados fornecidos pelo Reflora pareçam mais restritos que os anteriores (GBIF), a contextualização ecológica deles se dá a partir dos domínios fitogeográficos nos quais o fungo da pesquisa pode ser encontrado, nos levando ao mesmo resultado que as informações da outra plataforma. As espécies do *Cordyceps* abrangem não só a Amazônia, mas também a Mata Atlântica, onde adicionalmente, a plataforma traz a associação com os tipos de vegetação associados a essas ocorrências, são eles: Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) e Floresta Ombrófila Mista. Isso representa os microhabitats de preferência do fungo *Cordyceps* e detalha os ambientes em que ele pode ser encontrado pelo Brasil.

O mapa simplificado do Reflora junto das informações encontradas a partir do filtro de pesquisa serviram para este trabalho como uma síntese clara dessa distribuição

taxonomicamente validade, diferentemente das informações encontradas no Global Biodiversity Information Facility, que reúne dados de espécies ao redor do mundo.

A comparação entre essas duas plataformas de dados mostra que existem uma quantidade significativa de informações sobre essas ocorrências no Brasil, ao mesmo tempo que podem apontar espaços em branco no conhecimento atual. O GBIF acaba por oferecer uma visão mais abrangente quando se trata de dados de ocorrência, mesmo que sua revisão taxonômica ainda aguarde revisão de especialistas, em alguns casos.

Já o Reflora, por ter seu foco na flora e funga do Brasil, apresenta dados que são sistematicamente avaliados, agregando confiança nos registros que são disponibilizados dentro da plataforma. E essa complementaridade é importante pois o GBIF oferece uma indicação de ocorrência e uma ampla rede de dados, enquanto o Reflora garante a confirmação da presença do gênero em locais específicos, fundamentada em evidências confirmadas.

Por fim, as duas fontes de informação e as análises que dispõem de fato se complementam e apontam que o gênero *Cordyceps* costuma se desenvolver em ambientes florestados e com níveis de umidade bastante altos, características que são encontradas em biomas como a Mata Atlântica e a Amazônia, que disponibilizam condições ambientais que são ideais para seu ciclo de vida e hospedeiros que irão contribuir para ele, criando essa complexibilidade de interações ecológicas que são pouco exploradas no território brasileiro.

A falta de pesquisa em algumas regiões geográficas não garante a inexistência do *Cordyceps* ou de outros gêneros de fungos, apenas aponta a necessidade do aumento das pesquisas de campo no Brasil, garantindo a expansão do conhecimento sobre a distribuição do *Cordyceps* no Brasil, de maneira que vá contribuir significativamente com as áreas da biodiversidade e até mesmo de saúde pública, como comentado anteriormente pela autora.

4.2 A CULTURA POPULAR E A CIÊNCIA: CORDYCEPS E THE LAST OF US

A ciência e a cultura popular quando se juntam mostram uma estratégia para aproximar o conhecimento acadêmico do público que está, muitas vezes, distante dos estudos científicos ou que, considerando a realidade atual, não tiveram oportunidade de serem inseridos a esse meio de ensino. As séries e filmes que estão sendo lançados nos últimos anos, atingem um público significativo, mesmo que nem todos tenham condições para acessar as plataformas de streaming que são pagas. A repercussão por meio das interações, utilizando as redes sociais, acaba ajudando de maneira significativa na divulgação dessas narrativas ficcionais. Então, por

mais que algumas pessoas não tenham oportunidade de assistir esses lançamentos, ainda conseguem saber sobre a história por trás desses grandes títulos.

Quando esses universos fictícios que tem como inspiração fenômenos naturais, como desastres, epidemias ou mudanças climáticas, abrem portas para debates importantes e despertam a curiosidade sobre a saúde pública e a sustentabilidade do nosso planeta. Um exemplo disso é a representação fictícia do gênero Cordyceps na franquia *The Last Of Us*, que de certa forma deu visibilidade a um grupo de organismos reais e que podem ser encontrados nos quatro cantos do mundo. E ao transformarem um fungo entomopatogênico em uma ameaça global para a saúde pública, essa narrativa ficcional nos faz refletir e problematizar o papel da espécie humana diante do colapso ambiental. SBMic (2023, p. 2) afirma:

> A série televisiva "The Last of Us" – uma série fantasiosa micocatastrófica, em que o vilão ficcional é um bizarro "Cordyceps" – tem sido um sucesso mundial com milhões de acessos. O momento é propício para estimular novas vocações micológicas e criar pontes entre a SBMic e o público brasileiro.

Na vida real o gênero *Cordyceps* é conhecido por sua espécie de fungo que desenvolveu a incrível habilidade de parasitar insetos e alguns artrópodes, os controlando como se fossem "zumbis". Essa característica inspirou os criadores do jogo The Last Of Us (Naughty Dog, 2013) que criaram um cenário distópico onde o Cordyceps sofreu uma mutação devido às mudanças climáticas intensas, como o aquecimento global, e passou a infectar os seres humanos, os transformando em parasitas que infectam uns aos outros, levando a uma catástrofe global.

Mesmo que isso só aconteça no universo fictício, essa premissa criada se fundamenta em dados reais sobre a capacidade que os fungos têm em se adaptarem a novas condições ambientais de maneira impressionante, e o impacto que as mudanças climáticas têm sobre a distribuição desses organismos. Além do fungo imitar o comportamento real que o Cordyceps tem ao infectar seu hospedeiro, facilitando a dispersão dos esporos e seu ciclo de vida.

A série produzida pela HBO, lançada em 2023, contextualizou o início da pandemia dentro do universo de TLOU e introduziu questões que abrem discussões sobre a geopolítica, questões sanitárias e ambientais, que de fato merecem um reconhecimento e mais pesquisas nessa área de grande importância. A Indonésia, país escolhido para ter início do contágio dentro do universo criado, possui uma biodiversidade bastante diversa, clima tropical e a relação com outros países o torna uma excelente escolha, pois o contágio começou ali e logo se espalhou por meio da exportação de alimentos.

A obra também aponta a fragilidade das infraestruturas sanitárias com relação aos agentes biológicos e mostra que algumas situações locais podem se tornar globais, (um exemplo recente é o COVID-19, que começou em um determinado local e espalhou-se pelo mundo), e permite que reflitam sobre os riscos associados à degradação ambiental e como é necessário a criação de políticas públicas que de fato sejam equitativas e preventivas. O universo de The Last Of Us transformou uma premissa biológica em uma metáfora que critica o mundo atual, mostrando como a política, a ciência e o meio ambiente são ligados e juntos devem trabalhar de forma integrada para reforçar a importância do conhecimento científico, como o que é debatido neste trabalho.

Seguindo o ponto de vista Biogeográfico, os fatores que levam a proliferação do gênero cordyceps estão cada vez mais ameaçados pelas ações humanas, Delgado-Baquerizo et al. (2020), diz que é possível verificar que o aumento da temperatura e as alterações na umidade do solo afetam diretamente a presença de fungos patogênicos. Então, devemos continuar atentos ao desmatamento, uso intensivo de agrotóxicos e mudanças no regime climático local, usando de ferramentas como as representações fictícias para chamar atenção para questões importantes. E mesmo que o *Cordyceps* não apresente um perigo real para a saúde humana na atualidade, e talvez nunca apresente, TLOU faz um alerta sobre como as ações humanas interferem diretamente nos ciclos naturais, e a cultura pop surge para tornar visível o que muitas vezes é negligenciado coletivamente.

Prainsack & Buyx, 2017, p. 89, afirmam que: "[...] Narrativas e metáforas mobilizadas em discursos públicos sobre risco biológico podem tanto reforçar como desafiar valores éticos nas políticas de saúde". E essa junção entre ciência e cultura popular traz reflexões sobre a consciência ambiental e crítica.

Mas afinal, existem evidências de que o lançamento de The Last Of Us (jogo e série) impulsionaram o interesse do público e o aumento de pesquisas sobre o *Cordyceps*? Ao utilizar o Google Trends, em um recorte temporal entre o lançamento do jogo em 2013 até o início de junho de 2025, logo após o lançamento da segunda temporada da série, notamos que o interesse se manteve estável e por vezes até baixo por quase uma década, até que o pico de maior pesquisa mundial aconteceu após a estreia da série em 2023, onde as buscas por "*Cordyceps*" aumentaram significativamente, em comparação com os outros anos, atingindo o máximo da escala do gráfico (Figura 4). Isso mostra que as narrativas fictícias contribuem com o engajamento de temas científicos em tempos de grande preocupação com doenças emergentes e mudanças climáticas.

Figura 4 – Evolução do interesse global pelo termo "*Cordyceps*" no Google Trends (2013–2025)

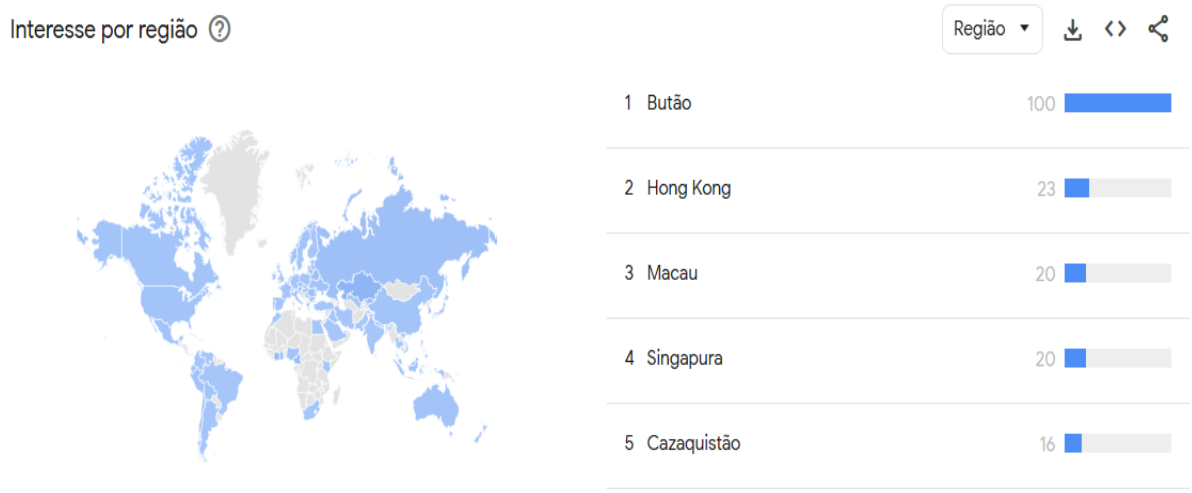
Fonte: Google Trends, 2025.

A plataforma Google Trends também disponibiliza dados sobre a distribuição geográfica do interesse pelo termo "*Cordyceps*" entre 2013 e 2025 (Figura 5). Os dados não apresentam números absolutos de buscas, mas valores relativos de interesse ao longo do tempo por regiões do planeta. No mapa (Figura 3), é possível observar que o país com maior índice de pesquisa foi o Butão, atingindo o maior interesse relativo do mundo. Em seguida temos Hong Kong com 23% de interesse relativo. Macau com 20%, Singapura também com 20% do interesse relativo comparado ao pico (Butão) e Cazaquistão com 16%.

O gênero *Cordyceps* está presente de maneira histórica e cultural em países asiáticos, o que poderia explicar essa grande concentração das pesquisas nos países listados. Além disso, os fungos também são utilizados na medicina tradicional de alguns povos asiáticos como tônicos e afrodisíacos (WINK, 2008). Esse padrão territorial e as informações históricas e culturais a respeito dos fungos sugere que o aumento da curiosidade científica e cultural após o

fenômeno midiático *The Last Of Us* não ocorre de maneira uniforme e pode ser influenciado também por questões geopolíticas e culturais.

Figura 5 – Distribuição geográfica do interesse pelo termo "*Cordyceps*" no Google Trends (2013–2025)



Fonte: Google Trends, 2025.

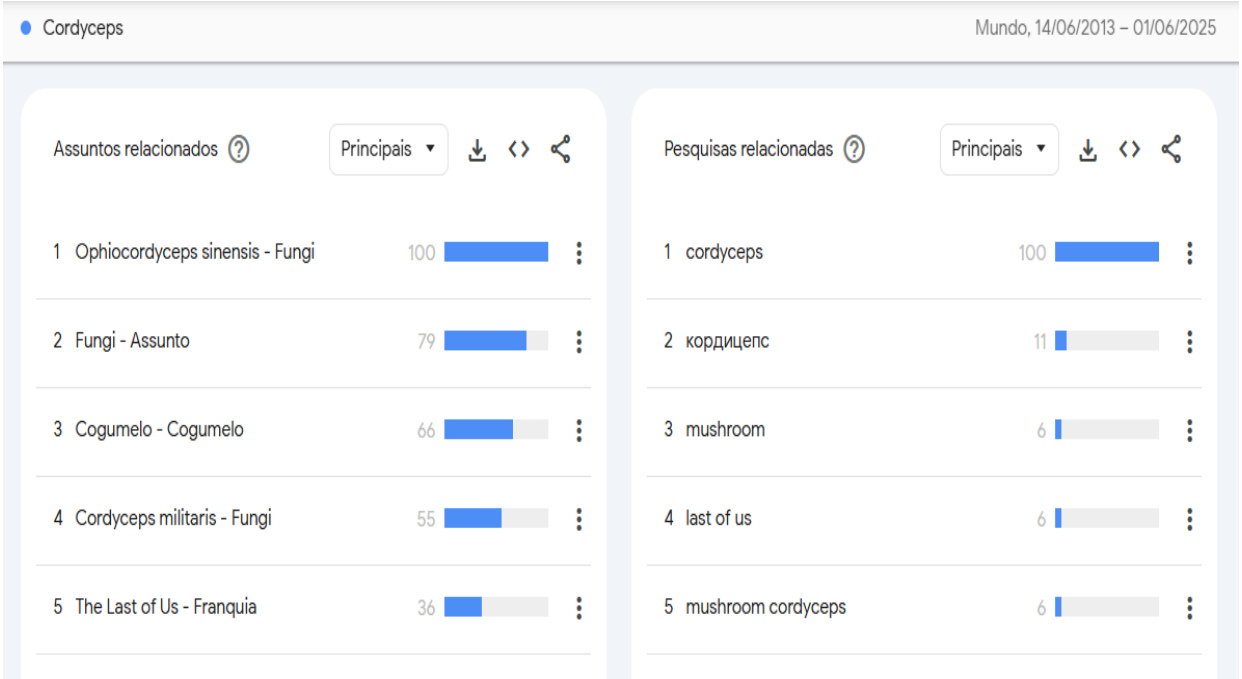
Ainda utilizando dados disponibilizados pela ferramenta do Google, conseguimos encontrar pesquisas e assuntos relacionados com o gênero de fungo central desta pesquisa, com temas científicos e culturais (Figura 6). Nos assuntos relacionados (esquerda), encontramos tópicos que as pessoas costumam pesquisar e que estão relacionados conceitualmente ao termo "Cordyceps", e foram classificados por ordem de relevância em uma escala de 0 a 100 na imagem gerada dentro da plataforma. Ao interpretarmos esses dados, é notável que os dois tipos populares do gênero *Cordyceps*, *O. sinensis* (100, assunto mais popular) e *C. militares* (55) ocupam posições significativas nos assuntos mais buscados, mostrando que o interesse parte tanto do lado científico quanto medicinal.

A franquia The Last Of Us aparece em quinto lugar (36) e mostra que esses temas estão relacionados de maneira que, ao buscar pelo gênero de fungo, as chances de assuntos sobre a série aparecerem é de uma grande porcentagem, já que a cultura popular acaba por refletir no interesse por organismos fúngicos nesse caso.

As pesquisas relacionadas (direita) representam consultas reais feitas por pessoas que se interessam e buscam pelo gênero *Cordyceps* no Google, também em uma escala de 0 a 100.

No topo das pesquisas temos o termo “*Cordyceps*" com 100% do valor relativo e em seguida devemos destacar o nome em russo do *Cordyceps* (11), que pode indicar interesse em regiões da Europa Oriental e Ásia Central pelo tema. A pesquisa isolada de *Cordyceps*, com o valor máximo de pesquisas, predomina no ranking criado pelo Google Trends, mas o fato do quarto lugar ser ocupado pela pesquisa “last of us” pode mostrar a relevância da ficção científica no interesse por esse fungo em especial.

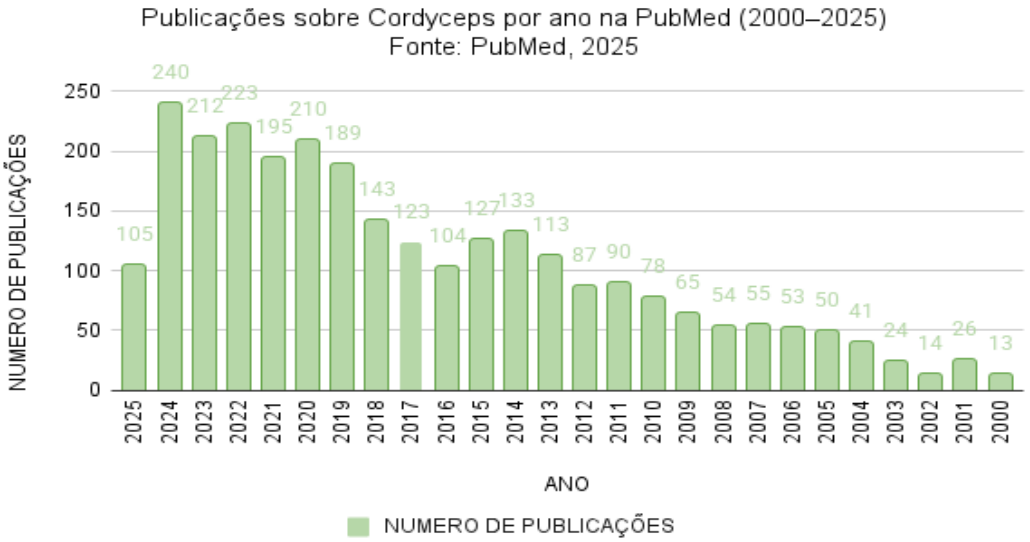
Figura 6 – Interesse ao longo do tempo e tópicos relacionados para o termo “*Cordyceps*” segundo o Google Trends



Fonte: Google Trends, 2025.

Também podemos dizer que o sucesso do lançamento de The Last Of Us impulsionou a pesquisa sobre o gênero *Cordyceps*? Para essa pesquisa foi utilizada a base de dados PubMed, em um recorte temporal de 25 anos para mostrar a quantidade de pesquisas feitas antes e depois da criação da narrativa fictícia.

Figura 7 – Publicações sobre *Cordyceps* por ano na PubMed (2000–2025)



Fonte: Dados extraídos da base PubMed e organizados por Nataly Paz (2025).

Na figura 7, logo acima, percebemos que entre 2000 e 2010 o número de publicações era relativamente baixo, variando entre 5 e 40 artigos por ano, crescendo a partir de 2010 e 2015. Esse crescimento pode ser relacionado ao avanço dos estudos em micologia e também na medicina tradicional chinesa, já que o *Cordyceps* é bastante valorizado pelos chineses. Entre 2016 e 2019 o número de publicações continuou crescendo e é notável o aumento significativo de resumos, artigos em biomedicina, entre 2020 e 2024, ultrapassando 200 publicações por ano (exceto em 2021). Esse aumento coincide com o lançamento da segunda parte do jogo, "The Last Of Us Part II" em 2020 e, logo depois, a estreia da série na plataforma de streaming HBO, em 2023.

Esses lançamentos popularizaram mundialmente esse gênero de fungo, já que na ficção ele foi o grande causador de uma pandemia, aumentando a curiosidade pública e também científica sobre como ele de fato funciona. Mesmo não podendo afirmar que o único motivo pelo aumento de pesquisas sobre esse gênero é causado pela representação dele em uma narrativa apocalíptica, ainda há uma relação forte entre a cultura popular e a produção científica. E essa relação torna-se um campo que sugere a abordagem interdisciplinar para compreender e dar visibilidade para questões atuais, mesmo que de forma ficcional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada neste trabalho buscou analisar a distribuição geográfica do gênero *Cordyceps* no Brasil, para compreender os fatores que levam a sua proliferação e também qual foi o impacto da narrativa fictícia *The Last Of Us* com relação às espécies desse gênero tão curioso. Para chegar a esses resultados, foram utilizadas as plataformas GBIF (Global Biodiversity Information Facility) e Reflora – Flora e Funga do Brasil, ambas conhecidas por suas bases de dados internacionais e nacionais e armazenam registros taxonômicos e dados de ocorrências de diferentes espécies em diferentes ambientes.

Os dados evidenciaram que o gênero *Cordyceps* está presente em regiões de Mata Atlântica e Amazônica do Brasil, e que nas regiões onde a presença não foi confirmada não indica que não existem ocorrências, mas que talvez exista uma desigualdade nas pesquisas entre as regiões do país. Os dados inseridos nos mapas resultantes das pesquisas indicam que o Cordyceps está notavelmente em regiões onde as condições climáticas favorecem sua proliferação pela umidade e temperaturas favoráveis a ele, essas florestas com o microclima úmida é exatamente o que esses fungos necessitam para seu desenvolvimento e processo de esporulação.

A complementaridade entre esses dados mostrou a importância de se ter acesso em diversas fontes de dados que sejam acessíveis e que tenham validação científica, enquanto uma das plataformas ofereceu um panorama mais extenso dos registros buscados, a outra fornece dados científicos confiáveis sobre os ambientes onde podemos encontrar sinais de *Cordyceps*.

Ao relacionar a ciência e a cultura popular nesta pesquisa, foram obtidos resultados que evidenciam o interesse popular no gênero *Cordyceps* pelo público geral, que vai muito além das comunidades científicas. Ao trazer a franquia *The Last Of Us* para o trabalho, foi mostrado que ao retratar uma narrativa apocalíptica inspirada em um fungo existente, os criadores do jogo e da série conseguiram despertar a curiosidade do público, como é o caso da autora deste trabalho.

Essa curiosidade resultou em grandes números de pesquisas online sobre o gênero fúngico, conforme demonstrado pelos dados retirados do Google Trends e PubMed, plataforma utilizada para mostrar o crescimento da pesquisa científica relacionada ao *Cordyceps* antes e depois do lançamento do jogo eletrônico e da série, lançada recentemente. Essa pesquisa revela como o entretenimento pode funcionar como um catalisador de curiosidade científica e que deve ser usado como um meio para promover e divulgar as pesquisas e o conhecimento científica de maneira que atraia o público não só para aumentar o número de publicações

científicas, mas para que as pessoas tenham acesso a temas reais que falem sobre a saúde pública, sobre os fungos em geral e até mesmo sobre o impacto das mudanças climáticas no nosso planeta, assunto que merece urgência se considerarmos as frequentes notícias que estão ligados a esse fenômeno.

Os resultados deste trabalho comprovam que devemos, enquanto comunidade científica, valorizar abordagens que articulem diversas áreas como a Ecologia, Biogeografia, comunicação e também a cultura. A representação fictícia do gênero *Cordyceps* contribuiu, de certa forma, com a visibilidade dos riscos ambientais e sanitários que estão sendo enfrentados há décadas, e que continuamos enfrentando nos dias atuais. Vale ressaltar que a relação entre a ciência e a cultura popular pode engajar o público a buscar entender meios de enfrentar os desafios das crises climáticas e no caso da Biogeografia da Saúde, entender a importância das pesquisas sobre novos patógenos humanos.

Conclui-se que o gênero *Cordyceps* e seu número de espécies é um exemplo importante sobre a complexibilidade dos organismos vivos e de suas representações na sociedade. Ao mesmo tempo em que suas ocorrências são designadas por diversas especificidades ecológicas, seu destaque recente mostra que a ciência pode reforçar a urgência de alguns assuntos através da circulação do conhecimento dentro dos discursos culturais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, João Nóbrega de**. Mudanças climáticas podem tornar alguns tipos de fungo mais resistentes e letais**. *Jornal da USP*, São Paulo, 29 ago. 2023. Disponível em: https://jornal.usp.br/radio-usp/mudancas-climaticas-podem-tornar-alguns-tipos-de-fungo-mais-resistentes-e-letais/. Acesso em: 25 jun. 2025.

ARAUJO, J. P. M.; HUGHES, D. P. Diversity of entomopathogenic fungi: which groups conquered the insect body? In: LOPES, R. B.; LECONTE, Y. (org.). **Entomopathogenic fungi and their applications in integrated pest management**. Springer, 2019. p. 1-36. Disponível em:https://doi.org/10.1007/978-3-030-29855-9_1. Acesso em: 03 jul. 2025.

ARAÚJO, Thaís Bianca Perico de. ***Fungo Cordyceps militaris****:* processos de produção de sua biomassa e seus possíveis benefícios à saúde humana. 2022. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Alimentos) – Centro Paula Souza, São Paulo, 2022.

BARCELLOS, Christovam de Castro et al. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas:** cenários e incertezas para o Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2009.

BAQUERIZO, M. et al. Global fungal distribution patterns explained by climate and soil chemistry. **Nature Communications**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1-10, 2020. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41467-020-16393-9. Acesso em: 02 jul. 2025.

BEZERRA, J.L.,Soares, D.J.,Pefnning, L.,Drechsler-Santos, E.R.,Palacio, M.,Freire, F.M.,Friedrich, R.C.S.,Gusmão, L.F.P. 2015. **Hypocreales in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/FB95290)

BFG. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, v.69, n.4, p.1513-1527. 2018. (https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402).

BFG. Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. **Taxon**. 2021. (https://doi.org/10.1002/tax.12640).

BITTENCOURT, V. R. E. P.; LOPES, A. L**.** Perspectivas da pesquisa em micologia no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 1099-1108, 2012.

BLACKWELL, M. The fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? **American Journal of Botany**, v. 98, n. 3, p. 426–438, 2011.

BOAVENTURA, Heloiza A. et al. Persistência de conídios de *Cordyceps javanica* em folhas de soja sob diferentes métodos e horários de pulverização. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, 2020. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1117994. Acesso em: 21 abr. 2025.

BUSH, Larry M. Considerações gerais sobre bactérias. *In:* **Manual Msd**: versão saúde para a família. Rahway, NJ: Merck & Co., 2022. Disponivel em: https://www.msdmanuals.com/pt-br/casa/infecções/infecções-bacterianas-considerações-gerais/considerações-gerais-sobre-bactéria. Acesso em: 22 set. 2024.

CASTRO, Pedro V. et al. Identificação de eventos climáticos extremos e impactos dos desastres no Brasil. **arXiv,** 2024. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2409.16309. Acesso em: 03 fev. 2025.

CHIROL, Achilles d'Avila; COSTA, Nadja Cristina. Biogeografia. Rio de Janeiro: **Fundação CECIERJ,** 2018. Disponível em: https://canal.cecierj.edu.br/022019/8e772aa78f6f3070fda263a4bd4e6670.pdf. Acesso em: 04 jul. 2025.

Cordyceps in Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB95290. Acesso em: 15 marc. 2025

CUI, J. D. Biotechnological production and applications of Cordyceps militaris. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 35, n. 4, p. 475–484, 2015. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24666119/. Acesso em: 04 jul. 2025.

DEACON, J. W. **Fungal Biology**. 4. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.

ELHAI, H. **Biogéographie.** Paris: Ed. Armand Colin, 1968.

EVANGELISTA, B. A. et al. Epizootia natural causada por *Cordyceps unilateralis* em adultos de *Camponotus* sp. na região de Manaus, Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 3, p. 587–589, 1980. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/9yDgqzJTypwNy3rbn5RXvRv/. Acesso em: 03 dez 2024.

FISHER, M. C. et al. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. **Nature,** v. 484, p. 186–194, 2012.

FREIRE, Fernando Mafalda. **Taxonomia e distribuição de Ophiocordyceps dipterigena (Ophiocordycipitaceae, Hypocreales).** 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos, Algas e Plantas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

FREIRE, A. **Estudos de Cordyceps s.l. na Mata Atlântica de Santa Catarina**. 2012. (Trabalho acadêmico não publicado). Universidade Federal da Fronteira Sul, 2012.

FREIRE, Fernando Mafalda. **Aspectos taxonômicos de fungos entomopatógenos (Cordyceps s. l.) da Mata Atlântica Catarinense**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/132645. Acesso em: 10 set. 2024.

FRIEDRICH, Raquel Cherem Schwarz. Aspectos sobre a taxonomia e distribuição de *Ophiocordyceps* nutans complex *(Ophiocordycipitaceae)*. 2014. 61 f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia de Fungos, Algas e Plantas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

FRONTIERS IN. Mushroom that grows on insects could help develop new anti-viral medications and cancer drugs. **Frontiers**, 19 out. 2022. Disponível em: https://www.frontiersin.org/news/2022/10/19/mushroom-that-grows-on-insects-could-help-develop-new-anti-viral-medications-and-cancer-drugs. Acesso em: 13 jun. 2025.

GARCIA-SOLACHE, M. A.; CASADEVALL, A. **Global warming will bring new fungal diseases for mammals**. mBio, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2010.
GONÇALVES, Ana Paula da Silva; et al. Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p. 201-225, 2021. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/72297. Acesso em: 25 abr. 2025.

GONDIM, Renata da Silva. Fungo entomopatogênico Cordyceps fumosorosea no controle de Bemisia tabaci em feijoeiro comum. 2021. 45 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2021.

GOOGLE TRENDS. **Interesse de busca pelo termo "Cordyceps"**. Mundo, 14 jun. 2013 – 01 jun. 2025. Disponível em: https://trends.google.com/trends/. Acesso em: 05 jun. 2025.

GOOGLE SCHOLAR. **Resultados da busca por "Cordyceps".** Disponível em: https://scholar.google.com. Acesso em: 03 jun. 2025.

GBIF.org (7 July 2025) GBIF Occurrence Download. https://doi.org/10.15468/dl.jfzrg3.

HBO. The Last of Us [série]. Direção: Craig Mazin; Neil Druckmann. EUA: **HBO**, 2023. 1 temporada. Exibição original: 15 jan. 2023 – 12 mar. 2023.

INSTITUTO BUTANTAN. **Fungo de The Last of Us não é perigoso na vida real e alguns do mesmo gênero são remédios.** Butantan.gov.br, 2023. Disponível em: https://butantan.gov.br/noticias/fungo-de-the-last-of-us-nao-e-perigoso-na-vida-real-e-alguns-do-mesmo-genero-sao-remedios. Acesso em: 08 nov. 2024.

LEMOS, E. R. S., VILLAR, L. M., LEON, L. A. A., GUIMARÃES, M. L., TEIXEIRA, S. L. M., and PAULA, V. S., eds. **Tópicos em Virologia** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2023. Disponível em: https://books.scielo.org/id/5bhdb. Acesso em: 15 de setembro de 2024.

MAHARJAN, Sujan et al. Climate change threatens the future suitable habitat of the Himalayan caterpillar fungus (*Ophiocordyceps sinensis*): A species distribution modeling approach. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity**, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2287884X24001468. Acesso em: 05 fev. 2025.

MAIA, L. C. et al. **Diversity of Brazilian Fungi**. Rodriguésia, v.66, n.4, p.1033-1045. 2015. (https://doi.org/10.1590/2175-7860201566407).

MELLO, T. P. de et al. Candida auris in Brazil: persistence, biofilm formation and resistance in hospital outbreaks. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 13, 2023. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1033707

MUELLER, P. Biogeography as a Mean Of Evaluating Living Spaces. **Applied Sciences and Development,** 7: 7-18, 1976.

NARDES, Weslley Ibarros Ribeiro. Diversidade de fungos entomopatógenos (Hypocreales, Ascomycota) no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil. 2023. 101 f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia de Fungos, Algas e Plantas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

NATIONAL GEOGRAPHIC. How a parasitic fungus turns ants into 'zombies'. **National Geographic**, 2019. Disponível em: https://www.nationalgeographic.com/animals/article/cordyceps-zombie-fungus-takes-over-ants. Acesso em: 20 mai. 2025.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Poderia um fungo parasita evoluir e transformar humanos em zumbis? **National Geographic Brasil**, 10 jan. 2023. Disponível em: https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2023/01/poderia-um-fungo-parasita-evoluir-e-transformar-humanos-em-zumbis. Acesso em: 12 fev. 2025.

NAUGHTY DOG. The Last of Us [jogo eletrônico]. Santa Monica, CA: **Sony Computer Entertainment**, 2013. Disponível para: PlayStation 3, PlayStation 4, PlayStation 5.

NUNES, Elizângela. Mudanças climáticas e enchentes no sul do Brasil: que lições temos a aprender? **IFSC Verifica**, 2024. Disponível em: https://www.sepei.ifsc.edu.br/web/ifsc-verifica/w/mudancas-climaticas-e-enchentes-no-sul-do-brasil-que-licoes-temos-a-aprender-. Acesso em: 10 fev. 2025.

OICS, Observatório De Inovação Para Cidades Sustentáveis. **Entre alagamentos e queimadas**: o impacto das mudanças climáticas no Brasil. 2023. Disponível em: https://oics.cgee.org.br/pt/-/entre-alagamentos-e-queimadas-o-impacto-das-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas-no-brasil. Acesso em: 13 dez. 2024.

PRAINSACK, B.; BUYX, A. **Solidarity in Biomedicine and Beyond**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1017/9781139696593. Acesso em: 18 jan. 2025.

PUBMED. Search results for: cordyceps. Base de dados **PubMed**. Dados de 2000 a 2025. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov. Acesso em: 08 jun. 2025.

REDAÇÃO BBC NEWS BRASIL. Fungo que inspirou 'The Last of Us' existe mesmo — e apareceu em documentário da BBC. **BBC News Brasil**, 2023. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/cx795x3v7q0o. Acesso em: 03 jul. 2025.

REFLORA – Jardim Botânico Do Rio De Janeiro. **Reflora** – Herbário Virtual. Disponível em: http://reflora.jbrj.gov.br. Acesso em: 29 abr. 2025.

REVISTA GALILEU. Fungo dos zumbis de 'The Last of Us' existe — e é usado para fins medicinais**. Revista Galileu**, 2023. Disponível em: https://revistagalileu.globo.com/ciencia/noticia/2023/01/fungo-dos-zumbis-de-the-last-of-us-existe-e-e-usado-para-fins-medicinais.ghtml. Acesso em: 13 mai. 2025.

REZER PAZ, Nataly Kauani. **Gráfico de publicações científicas sobre Cordyceps na PubMed** (2000–2025). Produzido com base em dados extraídos manualmente da plataforma PubMed. 2025.

RIGOTTO, Raquel. Mudanças climáticas e saúde urbana. **Revista USP**, São Paulo, n. 108, p. 29–40, 2016. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/115116. Acesso em: 9 jun. 2025.

ROBERTSON, G. P. et al. Agriculture, climate change, and global food security: A new integrated perspective. **Ecological Applications**, v. 22, n. 2, p. 329–336, 2012.

SANTOS JUNIOR, Valdeir Celestino dos et al. ***Cordyceps javanica* tem atividade endofítica nas plantas?** Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2020. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1149928. Acesso em: 17 abr 2025.

SBMIC – Sociedade Brasileira De Microbiologia. **Micologia médica**: fungos emergentes, diagnóstico e vigilância epidemiológica. São Paulo: SBMic, 2023. Disponível em: https://sbmicrobiologia.org.br/livro-micologia-medica. Acesso em: 08 jun. 2025.

SILVA, Adriana. The Last of Us e o risco de uma epidemia de fungos. **Ciência Hoje**, 2023. Disponível em: https://cienciahoje.org.br/artigo/the-last-of-us-e-o-risco-de-uma-epidemia-de-fungos/. Acesso em: 01 jul. 2025.

SILVA, Danielle Karla Alves da. Diversidade e ecologia de fungos micorrízicos arbusculares em áreas de dunas e restingas naturais e revegetadas após atividade de mineração no Município de Mataraca, Paraíba. **Tese** (Doutorado em Biologia de Fungos) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12798. Acesso em: 24 set. 2024.

SILVA, Rafael Battaglia. Conheça o *Cordyceps*, fungo que inspirou The Last of Us. **Superinteressante,** 2023. Disponível em: https://super.abril.com.br/cultura/conheca-o-cordyceps-fungo-que-inspirou-the-last-of-us/. Acesso em: 23 jan. 2025.

TOPPMAIR, C. Biogeografia. In: ROSA, A. L. da; TAVARES, M. P. P. **Biogeografia**: conceitos e abordagens. Chapecó: Argos, 2012. p. 3–24.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

TROPPMAIR, Helmut. **Biogeografia médica**. Curitiba: Ed. UFPR, 2012.

TROPPMAIR, Helmut. **Biogeografia e meio ambiente.** 2012.

WANG, J. et al. Advances in Cordyceps research: biotechnological and pharmaceutical applications. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, 2020. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01194/full. Acesso em: 09 dez. 2024.

WILLIAMS, Samantha L. et al. Efeitos das mudanças climáticas na infecção fúngica. **Plos Pathogens**, v. 20, n. 5, p. e1012219, 2024.

WILLIAMS, Samantha L. et al. Effects of climate change on fungal infections. **PLOS Pathogens**, v. 19, n. 9, 2023. Disponível em: https://journals.plos.org/plospathogens/article?id=10.1371/journal.ppat.1012219. Acesso em: 17 jun. 2025.

WORLDCLIM. WorldClim, Version 2 – **Global Climate Data**. Disponível em: https://www.worldclim.org. Acesso em: 05 abr. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Fungal priority pathogens list to guide research, development and public health action.** Geneva: WHO, 2022.

ZHAO, Wenting et al. Predicting suitable habitats of *Cordyceps cicadae* and its hosts under climate change**. Frontiers in Microbiology**, v. 15, 2024. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2024.1519560/full. Acesso em: 10 fev. 2025.

ZHENG, P. et al. Genome sequence of the insect pathogenic fungus Cordyceps militaris, a valued traditional Chinese medicine. **Genome Biology**, v. 12, n. 11, p. R116, 2011. Disponível em: https://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/gb-2011-12-11-r116. Acesso em: 28 mai. 2025.