

**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação

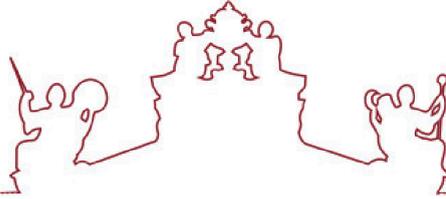
**Espécies de Macrofungos na região do Alto de São Bento**

Marinetty de Jesus Sousa

Orientador(es) | Celeste Maria Martins Santos e Silva

Évora 2025





**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação

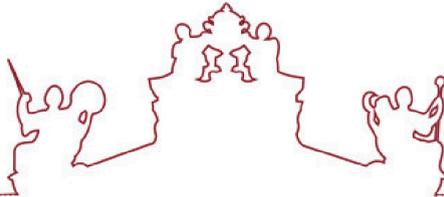
**Espécies de Macrofungos na região do Alto de São Bento**

Marinetty de Jesus Sousa

Orientador(es) | Celeste Maria Martins Santos e Silva

Évora 2025





## Marinetty de Jesus Sousa

Orientador(es) | Celeste Santos-Silva

A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente		Paulo Sá-Sousa (Universidade de Évora)
Vogais		Celeste Santos-Silva (Universidade de Évora) (Orientador) Rogério Filipe Agostinho Louro (Universidade de Évora)

## **Agradecimento**

A jornada de escrever esta tese foi, acima de tudo, uma travessia — entre países, entre saberes, entre quem eu era e quem me tornei. E como toda travessia, não teria sido possível sem aqueles que caminharam comigo, mesmo à distância, mesmo em silêncio.

A Deus, coloco em primeiro lugar a minha gratidão. Pela sabedoria concedida nos momentos de dúvida, pelo consolo diante da solidão e pela força nas horas em que a saudade da minha terra parecia querer me paralisar. Foi n'Ele que encontrei abrigo quando o coração apertava pela distância e coragem para seguir quando o caminho parecia incerto.

À Universidade de Évora, expressei meu profundo agradecimento por abrir as portas a esta estrangeira com sede de aprender. Aos espaços de estudo, ao Alto de São Bento e seus mistérios naturais, que me acolheram em cada saída de campo e me ensinaram que a ciência também é feita de silêncio, paciência e escuta atenta à terra.

A todos os professores e colegas do curso, que contribuíram com palavras, críticas, olhares e incentivo: meu sincero obrigado.

À minha orientadora, professora Celeste Maria Martins Santos e Silva, minha gratidão pelas orientações ao meu trabalho. Obrigada.

À minha família, base de tudo que sou. Em especial à minha mãe, Valdelice Sousa — mulher forte, amorosa e presente, mesmo quando a geografia nos separava. Sua amizade, fé e palavras de afeto foram bússola em meio às tempestades. Obrigada por acreditar em mim com tamanha intensidade, mesmo quando a mim faltavam forças e fé.

Aos amigos que se tornaram família ao longo do caminho: Diogo Sá, pelo olhar atento, pelas leituras e releituras da tese, pela presença discreta e valiosa em cada etapa deste processo. Estela, Marilda, Kelly e Leo — obrigada por estarem por perto nos dias de frustração, nos silêncios pesados, nas pausas necessárias. Vocês me lembraram da importância de respirar, sorrir e seguir.

E a todos os amigos que torceram, que enviaram mensagens de incentivo, que me acolheram com carinho, que pararam pra ouvir — vocês fazem parte desta conquista. Cada gesto de apoio, ainda que breve, foi semente de perseverança.

A todos que, de alguma forma, caminharam comigo — esta tese é também reflexo da força coletiva que me sustentou. Nenhuma palavra escrita aqui existe sem a presença de

vocês.

Com gratidão profunda,  
Marinetty de Jesus Sousa

## Dedicatória

Dedico esta tese à Deus - Tudo é para a Glória do Teus nome

Dedico à minha mãe, base da minha família, Valdelice Sousa, que sempre foi o meu porto seguro — mesmo à distância, mesmo em silêncio. Sua força, fé e amor me sustentaram nos dias mais difíceis e me inspiraram a seguir quando tudo parecia incerto.

Dedico também a minha Família por serem farol em muitos dos meus caminhos.

À Nara, por ter me ensinado, com sua doçura e força, que o amor não precisa de laços de sangue para ser verdadeiro. Por seres simplesmente quem és, o amor e a admiração continuam — silenciosos, mas recíprocos e eternos. E a Natércia Siqueira, por ser exemplo de sabedoria, serenidade e professora no sentido mais profundo da palavra.

E a todos aqueles que, como eu, ousam atravessar oceanos em busca de um sonho, enfrentando a saudade, os medos e as incertezas com coragem no peito e esperança nos olhos.

Aos que acreditam na ciência, na natureza e no poder da educação para transformar vidas — esta caminhada é por vocês, e por tudo o que ainda podemos descobrir.

*"A gente é do mundo, mas leva a ilha no peito."  
— Djavan, A Ilha*

## Epígrafe

“Existe um sentimento. A vibração do conhecimento eterno. Quando você sente a unicidade, você está conosco. Nós trouxemos a vida à Terra. Você não nos vê, mas nós floresceremos ao seu redor. Por todo lugar. Em tudo. E mesmo dentro de você, acredite se quiser. Do seu primeiro ao seu último suspiro. Na escuridão e na luz. Somos os mais velhos e os mais jovens. Somos os maiores e os menores. Somos a sabedoria de um bilhão de anos. Nós somos criação. Somos ressurreição, condenação e regeneração. Nós somos cogumelos.” (Schwartzberg, 2019)

*Schwartzberg (2019) Fantastic Fungi. Mergulhe no mundo mágico dos fungos Documentário. Netflix.*

## Espécies de Macrofungos no Alto do São Bento

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo identificar e catalogar os macrofungos presentes na região do Alto de São Bento, em Évora, analisando a influência de variáveis ambientais — como cobertura do dossel, características edáficas e impacto antrópico — sobre a sua diversidade e distribuição. As coletas foram realizadas entre outubro de 2023 e janeiro de 2024, em três transectos com diferentes graus de perturbação ecológica. Foram registradas 55 espécies de macrofungos, classificadas em sete categorias tróficas: sapróbios lenhícolas (43,4%), micorrízicos (26,4%), sapróbios humícolas (18,9%), sapróbios coprófilos (5,7%), parasitas de planta (1,9%), parasitas de fungos (1,9%) e uma espécie com dupla função trófica (1,9%). A maior riqueza e abundância foram observadas no Transecto 3, caracterizado por vegetação arbórea densa, solos húmicos e baixo impacto antrópico. Em contraste, o Transecto 2, com elevada compactação do solo e fragmentação vegetal, apresentou a menor diversidade. A composição fúngica refletiu fortemente a qualidade dos microhabitats e a estrutura ecológica local, com destaque para espécies indicadoras de florestas mediterrânicas, como *Tricholoma scalpturatum*, *Russula fragilis* e *Lactarius camphoratus*. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento da micobiota em ecossistemas mediterrânicos e fornecem subsídios para estratégias de conservação da biodiversidade local, destacando a relevância da preservação de microhabitats com maior cobertura vegetal e menor perturbação antrópica.

**Palavras-chave:** macrofungos, diversidade fúngica, microhabitat, conservação, Alto de São Bento.

## Macrofungal Species in the Alto de São Bento Region

### Abstract

This study aimed to identify and catalog macrofungal species in the Alto de São Bento region (Évora, Portugal), while analyzing the influence of environmental variables — such as canopy cover, edaphic conditions, and anthropogenic disturbance — on fungal diversity and distribution. Field surveys were conducted from October 2023 to January 2024 across three transects with varying degrees of ecological disturbance. A total of 55 macrofungal species were recorded and classified into seven trophic groups: wood-decaying saprobes (43.4%), mycorrhizal fungi (26.4%), litter-decomposing saprobes (18.9%), coprophilous saprobes (5.7%), plant parasites (1.9%), fungal parasites (1.9%), and one dual-function species (1.9%). The highest richness and abundance were observed in Transect 3, characterized by dense arboreal vegetation, humic soils, and low anthropogenic impact. In contrast, Transect 2, marked by soil compaction and vegetation fragmentation, exhibited the lowest diversity. Fungal composition strongly reflected microhabitat quality and local ecological structure, with species such as *Tricholoma scalpturatum*, *Russula fragilis*, and *Lactarius camphoratus* serving as indicators of Mediterranean woodland conservation. These findings contribute to the understanding of fungal communities in Mediterranean ecosystems and support biodiversity conservation strategies, emphasizing the importance of preserving microhabitats with higher plant cover and less human disturbance.

**Keywords:** macrofungi, fungal diversity, microhabitats, conservation, Alto de São Bento.

## **Lista de abreviações**

**ASB** - Alto do São Bento

**NMASB** - Núcleo Museológico do Alto do São Bento

**IPMA** - Instituto Português do Mar e da Atmosfera

**GBIF** - Global Biodiversity Information Facility

**RBG** - Royal Botanical Gardens

**IUCN** - International Union for Conservation of Nature

**MED** - Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development

**UE** - Universidade de Évora

## Índice de Figuras

Figura 1: Vista aproximada do local onde o cogumelo brota da pele da rã.( Fonte: <a href="https://journals.ku.edu/reptilesandamphibians/article/view/20966/19496">https://journals.ku.edu/reptilesandamphibians/article/view/20966/19496</a> Foto de Lohit Y.T)	2
Figura 2: Representação esquemática do cogumelo mostrando dois tipos diferentes de corpos frutíferos (Silva, Vicente & Baptista-Ferreira, 2013)	5
Figura 3. Colônia de cogumelos (A ) Autor: Paulo Talhadas dos Santos; Orelha-de-Pau(B) Meire Godoi, (Acervo iNaturalist ).	6
Figura 4. Dados da IUCN sobre os Fungos (IUCN 2023)	7
Figura 5. Amostra dos Livros Vermelhos já produzidos em Portugal (1) Mamíferos, (2) Flora, (3) Invertebrados e (4) Vertebrados.	8
Figura 6. Foto do Alto do São Bento com os três moinhos.	12
Figura 7: Guião de atividades realizadas pelo Núcleo Museológico do Alto do São Bento.	14
Figura 8. Catálogo Florístico do Alto do São Bento.	14
Figura 9: Localização da área de estudo.	16
Figura 10. Imagem da delimitação dos três transectos da área de estudo e com os pontos das amostragens visíveis, (A) Transecto 1; (B) Transecto 2 e (C) Transecto 3.	18
Figura 11. Vista aérea dos pontos de coleta no Alto do São Bento.	20
Figura 12. Imagens do transecto 1 visualizando a vegetação e o solo granítico.	21
Figura 13. Imagens do transecto 2 visualizando a vegetação e a frutificação de <i>Gymnopilus suberis</i> (Maire) Singer em um dos troncos caídos existentes no transecto.	22
Figura 14. Imagens do transecto 3 visualizando a variedade da vegetação.	23
Figura 15. Imagem da análise da cobertura do dossel arbóreo e arbustivo dos 3 transectos escolhidos.	28
Figura 16. Gráfico de temperatura, umidade e precipitação.	29
Figura 17. Gráfico de barras representando o número de espécies de macrofungos registradas em cada transecto, com indicação qualitativa do nível de impacto antrópico: reduzido (verde), moderado (laranja) e elevado (vermelho).	30
Figura 18. Gráfico de dispersão com linha de tendência, representando o número de espécies de macrofungos registradas em função do nível qualitativo de impacto antrópico nos três transectos amostrados: reduzido, moderado e elevado.	31
Figura 19. Gráfico com o número de espécies registrado no Alto do São Bento.	32
Figura 20. Distribuição da taxa de macrofungos por família, considerando o número total de exemplares coletados.	33
Figura 21. Imagem das espécies mais abundantes.	33
Figura 22. Abundância real de macrofungos no Alto de São Bento.	34
Figura 23. Riqueza de espécies de macrofungos por transecto no Alto de São Bento.	35
Figura 24. Distribuição percentual dos grupos tróficos dos macrofungos identificados no Alto de São Bento.	36
Figura 28. Gráfico com a comparação dos Índices de Diversidade nos transectos.	40
Figura 29. Gráfico da estimativa proporcional do número de indivíduos por transecto com base na ocorrência das espécies.	41

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1. Áreas estimadas para cada transecto amostrado no Alto de São Bento.	19
Tabela 2. Percentual da densidade de vegetação por transecto.	28
Tabela 3. Tabela meteorológica de temperatura, umidade e precipitação.	29
Tabela 4.. Índices de diversidade (Shannon, Simpson e Pielou) por transecto no Alto de São Bento.	40

## **Índice de Anexos**

Anexo I. Lista da Flórua do Alto de São Bento	62
Anexo II. Fotografias dos exemplares por espécimes coletados.	64
Anexo III. Espécies de macrofungos registradas no Alto de São Bento, com respectivas divisões, ordens, famílias, grupos tróficos, número total de exemplares e presença nos transectos 1, 2 e 3.	69

## Índice

<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Os Fungos: diversidade, ecologia e importância	1
1.2 Os macrofungos: definição, morfologia e desafios de estudo	5
1.3 Cogumelos comestíveis: valor nutricional, medicinal e cultural	6
1.4 Os macrofungos e a conservação da biodiversidade	6
1.5 Importância dos inventários micológicos em ecossistemas mediterrânicos	8
1.6 Classificação trófica dos macrofungos	9
1.7 Justificativa do estudo	12
1.8 O Alto do São Bento	12
1.9 Objetivos	15
<b>2 Materiais e método</b>	<b>16</b>
2.1 Área de estudo - Localização e características ambientais	16
2.2 Método de delimitação dos transectos	17
2.3 Cobertura do dossel arbóreo e arbustivo	19
2.4 Descrição da vegetação das áreas de coleta e caracterização dos transectos	20
2.5 Descrição da coleta dos macrofungos	24
2.6 Tratamento estatísticos dos dados	26
<b>3 Resultados</b>	<b>27</b>
3.1 Análise da cobertura dossel por transecto	27
3.2 Análise da variação das condições meteorológicas durante o período de coleta	28
3.3 Riqueza de macrofungos em função do impacto antrópico nos três transectos amostrados	29
3.4 Análise da abundância das espécies coletadas	31
3.5 Análise da Riqueza de Espécies por Transecto	35
3.6 Análise da Distribuição dos Grupos Tróficos dos Macrofungos	35
3.7 Análise dos Índices de Diversidade	39
<b>4 Discussão</b>	<b>42</b>
<b>5 Conclusão</b>	<b>51</b>
<b>Referências</b>	<b>53</b>
Anexo I. Lista da Flórmula do Alto de São Bento	62
Anexo II. Fotografias dos exemplares por espécimes coletados.	64
Anexo III. Espécies de macrofungos registradas no Alto de São Bento, com respectivas divisões, ordens, famílias, grupos tróficos, número total de exemplares e presença nos transectos 1, 2 e 3.	69

# 1 Introdução

## 1.1 Os Fungos: diversidade, ecologia e importância

Os fungos constituem um reino diversificado de organismos que desempenham papéis cruciais em vários ecossistemas. Leveduras, bolores, mofos, cogumelos e trufas são os nomes populares que representam os fungos e sua grande diversidade (Bononi & Grandi, 1999). Apesar de sua importância ecológica, os fungos continuam sendo um grupo frequentemente negligenciado tanto na pesquisa científica quanto na educação formal. Essa invisibilidade se deve, em grande parte, ao fato de muitos fungos possuírem estruturas reprodutivas efêmeras, de pequeno porte ou subterrâneas, o que dificulta sua observação direta. Além disso, os fungos têm sido historicamente subrepresentados nos currículos escolares e em políticas de conservação da biodiversidade (Mueller et al., 2004).

No entanto, esses organismos são utilizados em inúmeros processos do nosso cotidiano como na produção de pão, vinho, cerveja, antibióticos (Bononi & Grandi, 1999), causando um impacto econômico em uma variedade de setores, incluindo medicina humana e veterinária, farmácia, nutrição, fitopatologia, agricultura e biotecnologia (Molinaro *et al.* 2012). Devido à sua grande versatilidade metabólica e ecológica, os fungos podem ser encontrados nos mais diversos ambientes, incluindo o solo, a água, tecidos vegetais e animais, matéria orgânica em decomposição e até mesmo em organismos humanos. (Black, 2002; Madigan *et al.*, 2004; Murray *et al.*, 2004).

Para além disso, os fungos têm um elevado interesse para o equilíbrio do planeta, promovendo a decomposição de matéria orgânica no solo, controle de pragas e crescimento de plantas (Silva & Souza, 2017). Seus processos de transformação de todo o tipo de restos orgânicos, independentemente de sua origem, em componentes assimiláveis pelas plantas os tornam conhecidos como recicladores da natureza na ecologia (Molinaro *et al.* 2012). Autores como Hawksworth & Rossman (1997), confirmam que a decomposição de detritos vegetais pelos fungos é essencial para a ciclagem de nutrientes, liberando compostos orgânicos fundamentais para o crescimento de plantas. Diversas espécies de fungos estabelecem associações mutualistas com as plantas e uma cooperação essencial para a nutrição e vitalidade dessas comunidades vegetais, resultado esse de uma maior eficiência na assimilação de nutrientes, da ativação de mecanismos de defesa da planta e da criação de barreiras físicas ou químicas, contra os potenciais agentes patogênicos (Sapata *et al.*, 2021).

Em uma das descobertas mais recentes, dois cientistas, na Índia, observaram um fungo do gênero *Mycena* no flanco esquerdo da rã da espécie *Hylarana intermedia* (Figura 1). Facto registado pela primeira vez na ciência, visto que a rã se encontrava “*alive and moving*” Maliye e Lohit (2023) como os próprios cientistas destacaram. Registros como este, só comprovam que ainda há muito o que ser descoberto sobre os fungos.



**Figura 1: Vista aproximada do local onde o cogumelo brota da pele da rã.( Fonte: <https://journals.ku.edu/reptilesandamphibians/article/view/20966/19496> Foto de Lohit Y.T)**

O que sabemos sobre os fungos até hoje é graças aos dados expostos pelos micologistas ao longo da história. Todavia, os fungos continuam a representar um grande desafio taxonômico, mesmo em regiões aparentemente bem estudadas. Segundo Maia e Carvalho Júnior (2010), ao longo do último século ocorreram inúmeras disputas e dificuldades relacionadas à definição e delimitação do Reino Fungi, refletindo a complexidade do grupo e a constante evolução do conhecimento micológico. Sabe-se que mais de 10.200 espécies de fungos foram identificadas como novas pela ciência desde o início de 2020 (Antonelli *et al.* 2023).

Entretanto, o quinto relatório dos Jardins Reais Botânicos de Kew (Royal Botanical Gardens, RBG) no Reino Unido, revelou que mais de dois milhões de espécies de fungos ainda precisam ser identificadas em todo o mundo (Antonelli *et al.*, 2023). O relatório “*State of the World’s Plants and Fungi 2023 – Tackling the Nature Emergency: Evidence, gaps and priorities*” foi escrito por 200 pesquisadores de mais de 100 instituições de 30 países. Na verdade, apenas 155.000 espécies de fungos foram descritas oficialmente para a ciência, significando que cerca de 90% das espécies de fungos continuam desconhecidos (Antonelli

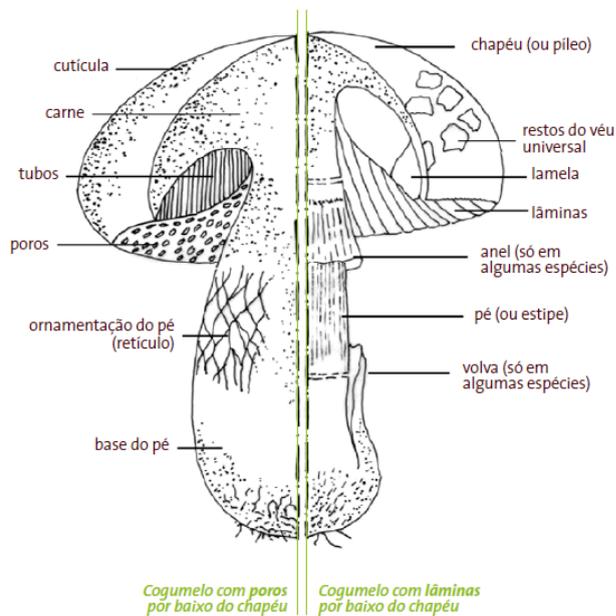
*et al.* 2023). Ainda segundo o relatório, em média, 2.500 espécies são descritas a cada ano, o que significa que nesse ritmo levaríamos mil anos para descrever todas elas (Antonelli *et al.* 2023). As previsões sobre o número total de fungos até agora têm variado bastante (Antonelli *et al.* 2023). No entanto, graças à ajuda de técnicas de análise de DNA do solo, os investigadores chegaram à estimativa que existem 2,5 milhões de espécies de fungos no mundo (Antonelli *et al.* 2023).

No presente, os fungos representam um reino autônomo devido aos estudos de Whittaker (1969) que os posicionou em um reino próprio, *Fungi*, devido à uma série de atributos morfológicos, citológicos, ecológicos e bioquímicos compartilhados entre esses organismos tão diferentes dos demais organismos conhecidos. Pois antigamente, acreditava-se que eles pertenciam ao grupo das plantas, mas foi observado que eles não possuíam pigmentos fotossintéticos, ou seja, diferentemente das plantas, os fungos não são capazes de realizar fotossíntese, eles não são capazes de produzir glicose a partir da energia luminosa (Santos-Silva & Louro, 2022). O reino fúngico é grande e diversificado, reunindo seres eucariontes, unicelulares (leveduriformes) ou multicelulares (filamentosos), haploides (homo ou heterocariontes) e com parede celular contendo quitina e beta-glucanos (Santos-Silva & Louro, 2022; Molinaro *et al.* 2012).

Em síntese, se as plantas são chamadas de autotróficas por serem capazes de produzir sua própria fonte de energia (Barros, 2020) os fungos caem na denominação de heterotróficos, ou seja, os fungos retiram sua fonte de alimento de outro organismo tornando-se completamente dependentes da presença de matéria orgânica (Santos-Silva & Louro, 2022). Os fungos absorvem os nutrientes do ambiente circundante usando enzimas digestivas para decompor a matéria orgânica do local onde eles crescem e logo depois absorvem esses nutrientes pela sua rede de filamentos que chamamos de micélio (Molinaro *et al.* 2012; Dos Santos & Júnior, 2015). O micélio é composto por uma rede de filamentos finos denominados hifas que são tubos celulares ramificados que se estendem pelo substrato em busca de nutrientes, invisível a olho nu, pois fica no solo ou na matéria orgânica em decomposição (Molinaro *et al.* 2012; Dos Santos & Júnior, 2015). As hifas dos fungos podem ser septadas, tendo divisões celulares através de um septo que divide, e hifas não septadas, onde não existe essa divisão celular e o conteúdo citoplasmático é compartilhado entre os segmentos da hifa (Molinaro *et al.* 2012; Dos Santos & Júnior, 2015).

Os fungos vivem em duas fases: uma somática, com atividades alimentares, e outra reprodutiva, onde os fungos se podem reproduzir sexuada ou assexuadamente (Santos & Junior, 2015, Santos-Silva & Louro, 2022). Em ambos os casos, uma grande quantidade de estruturas, dependendo da espécie, são formadas. As estruturas assexuadas, assim como

as sexuadas, podem ser feitas separadamente ou em grupos, o que resulta no desenvolvimento do que chamamos de corpos de frutificação - cogumelos (Figura 2) (Santos-Silva & Louro, 2022; Molinaro *et al.* 2012; Chang&Miles, 2004).



**Figura 2: Representação esquemática do cogumelo mostrando dois tipos diferentes de corpos frutíferos (Silva, Vicente & Baptista-Ferreira, 2013)**

## 1.2 Os macrofungos: definição, morfologia e desafios de estudo

Os fungos que produzem cogumelos e trufas são chamados de macrofungos (Santos-Silva & Louro, 2022). As estruturas reprodutoras podem também ser chamadas de carpóforos e esporocarpos segundo os estudos de Marques (2012). É importante destacar aqui que os macrofungos representam um grupo de fungos relativamente pequeno, de aproximadamente 10% (Marques, 2012). Segundo Pereira (2015), uma das principais dificuldades na inventariação completa dos macrofungos está relacionada ao seu modo de vida predominantemente críptico. Esses organismos muitas vezes se desenvolvem de forma oculta nos substratos que habitam, como solo, madeira ou serapilheira, e suas estruturas reprodutivas visíveis — como os corpos de frutificação — surgem apenas em condições ambientais específicas, tornando sua detecção esporádica e sazonal.

Normalmente, os corpos de frutificação, podem ter uma forma de guarda-chuva com um pé (ou estipe) e um chapéu (ou píleo) e algumas espécies têm adicionalmente um anel, uma volva, ou ambos (Figura 3)(Queirós, 2009; Silva, Vicente & Baptista-Ferreira, 2013).



**Figura 3. Colônia de cogumelos (A ) Autor: Paulo Talhadas dos Santos; Orelha-de-Pau(B) Meire Godoi, (Acervo iNaturalist ).**

### **1.3 Cogumelos comestíveis: valor nutricional, medicinal e cultural**

Segundo Sapata (2021), depois do conhecimento dos efeitos benéficos para a saúde o consumo de cogumelos tem crescido nas últimas décadas. Portanto, consoante a espécie, variedade genética, local de colheita, época do ano, estado de maturação e, no caso dos cultivados, com as condições de produção, os cogumelos comestíveis, são considerados um excelente alimento saudável, muito interessante do ponto de vista comercial, não só pelas características organolépticas e versatilidade gastronômica, mas também pelo reconhecido valor nutricional. (Sapata *et al.*, 2021). No entanto, foi devido às suas propriedades medicinais, tóxicas e alucinogênicas, que os macrofungos foram utilizados pelos humanos como suplemento alimentar por milhares de anos (Siniscalco *et al.* 2013).

### **1.4 Os macrofungos e a conservação da biodiversidade**

Apesar dos avanços na micologia, estima-se que mais de 90% das espécies fúngicas ainda não tenham sido descritas pela ciência. Além disso, muitos aspectos de seus ciclos de vida permanecem pouco compreendidos, especialmente entre os macrofungos, cujo desenvolvimento reprodutivo é frequentemente crítico e altamente dependente de fatores ambientais específicos. Um exemplo que podemos verificar é o número de espécies que constam na lista vermelha da IUCN (2023). Enquanto temos em torno de 43,500 espécies de plantas, ou seja, mais de 11 % de todas as espécies conhecidas já foram avaliadas quanto ao seu estado de conservação e 76 mil espécies de animais, apenas 625 espécies de fungos estão incluídas na lista da IUCN, em contraste com um total de 150.388 espécies pertencentes a todos os grupos biológicos atualmente avaliados (IUCN, 2023) (Figura 4). E

não há motivos para desconfiar que os fungos sejam menos ameaçados do que as plantas e animais. Pois se fizermos uma análise, os fungos ficam para trás até mesmo para grupos diversos que têm hábitos crípticos como por exemplo os invertebrados, que têm bem mais representatividade na Lista Vermelha da IUCN.



**Figura 4. Dados da IUCN sobre os Fungos (IUCN 2023)**

A avaliação do estado de conservação das espécies e a elaboração de listas vermelhas são instrumentos fundamentais para orientar prioridades e estratégias eficazes de conservação da biodiversidade. Diversos países já possuem listas, oficiais ou não oficiais, de espécies fúngicas ameaçadas. No entanto, em Portugal, a Funga — termo utilizado para designar o conjunto de espécies de fungos de uma determinada região, à semelhança de flora e fauna — ainda não tem recebido a devida atenção nas políticas de conservação (Pautasso, 2013; Haelewaters et al., 2021)(Figura 5).

Tendo em conta as actuais crises ambientais globais — incluindo a perda acelerada de biodiversidade e as alterações climáticas — e considerando que as taxas de extinção de espécies podem ser até mil vezes superiores aos níveis naturais, torna-se evidente a urgência de adoptar medidas concretas para a preservação das espécies (Rezende, 2011).



**Figura 5. Amostra dos Livros Vermelhos já produzidos em Portugal (1) Mamíferos, (2) Flora, (3) Invertebrados e (4) Vertebrados.**

### 1.5 Importância dos inventários micológicos em ecossistemas mediterrânicos

Em Portugal, diversos levantamentos têm sido conduzidos para catalogar a diversidade de macrofungos em diferentes habitats. Estudos recentes têm enfatizado a necessidade de inventários micológicos para melhor caracterizar a riqueza de espécies, os padrões de frutificação e as interações ecológicas desses organismos (Santos-Silva & Louro, 2011; Martins *et al.*, 2017). Por exemplo, em um levantamento realizado na Serra de São Mamede, Portugal, foram identificadas 239 espécies de macrofungos, das quais 145 eram micorrízicas, indicando uma forte dependência da vegetação local para a manutenção da diversidade fúngica (Santos-Silva & Louro, 2011). Outro estudo conduzido na Mata da

Margaraça encontrou 271 espécies de macromicetos, evidenciando que a diversidade fúngica pode variar conforme a disponibilidade de microhabitats e a estrutura do ecossistema (Martins *et al.*, 2017). Esses trabalhos demonstram a necessidade de ampliar os esforços para documentar o micobiota mediterrânica, pois muitas espécies ainda são desconhecidas e sua importância ecológica subestimada (Porras-Alfaro & Bayman, 2011; Antonelli *et al.*, 2023). **O estudo conduzido na Mata da Margaraça também destacou o papel determinante da sazonalidade sobre a frutificação dos macrofungos, com picos de diversidade registados nos meses mais húmidos do outono e início do inverno.** A comparação dos dados obtidos em Margaraça com outros estudos europeus reforçou a necessidade de investigações contínuas sobre macrofungos em ecossistemas mediterrânicos, uma vez que esses ambientes abrigam espécies potencialmente endêmicas ou raras.

Esses estudos reforçam a importância da realização de inventários micológicos em áreas representativas de ecossistemas mediterrânicos que ainda foram pouco exploradas, como é o caso do Alto de São Bento. Esta localidade, seleccionada para o presente estudo, encontra-se inserida numa paisagem de montado, caracterizada pela presença de espécies como *Quercus suber* e *Quercus rotundifolia*. A composição vegetal sugere que a comunidade fúngica local poderá apresentar semelhanças com a de outras regiões mediterrânicas. Contudo, as particularidades geológicas, climáticas e a influência de factores antrópicos nesta área podem originar padrões únicos de riqueza e composição de espécies, o que justifica a necessidade de um levantamento detalhado para melhor compreender a biodiversidade fúngica local.

Além disso, o que sabemos é que os factores ambientais podem influenciar na estrutura da comunidade de macrofungos. Essa influência inclui a temperatura, umidade, tipo de solo, disponibilidade de substrato e interações ecológicas. Em ecossistemas mediterrânicos, caracterizados por verões secos e invernos húmidos, os padrões de frutificação dos macrofungos são fortemente determinados pela precipitação e umidade do solo (Egli, 2011). Para além disso, o que sabemos é que a variação na composição da vegetação, a presença de matéria orgânica em decomposição e a interferência antrópica também influenciam a ocorrência e a abundância das espécies fúngicas (Boddy & Frankland, 2008).

## **1.6 Classificação trófica dos macrofungos**

Os macrofungos podem ser classificados em diferentes grupos ecológicos com base em seu modo de obtenção de nutrientes e no substrato onde ocorrem. Antes de avaliarmos com mais profundidade a área de estudo deste trabalho, é essencial compreender a diversidade trófica desses organismos. Aqui, os macrofungos serão classificados não apenas nos três grandes grupos tróficos — micorrízicos, sapróbios e parasitas —, mas também em categorias mais específicas, como sapróbios coprófilos, lenhícolas e humícolas, além de parasitas de plantas e de fungos. Essa abordagem permite uma análise mais detalhada da sua ecologia e distribuição na paisagem do Alto de São Bento.

Entre esses grupos, os macrofungos micorrízicos desempenham um papel ecológico crucial no ecossistema, estabelecendo relações simbióticas com as raízes das plantas. Essa interação favorece a absorção de nutrientes e água pelo hospedeiro vegetal, enquanto os fungos recebem carboidratos em troca. Esse mutualismo é especialmente importante para florestas mediterrânicas, como as dominadas por espécies do gênero *Quercus*, incluindo sobreiros (*Quercus suber*) e azinheiras (*Quercus rotundifolia*). Estudos indicam que os bosques de *Quercus* abrigam uma elevada diversidade de fungos ectomicorrízicos, sendo os gêneros *Amanita*, *Boletus*, *Russula*, *Cortinarius* e *Tricholoma* frequentemente associados a esses habitats (Richard *et al.*, 2004). A presença e abundância dos macrofungos micorrízicos são fortemente influenciadas por fatores ambientais, como o tipo de solo, pH, teor de matéria orgânica e disponibilidade hídrica. Além disso, alterações antrópicas, como o desmatamento e a compactação do solo devido ao pastoreio, podem impactar negativamente a diversidade desses fungos, comprometendo a saúde do ecossistema (Halbwachs *et al.*, 2018).

Os macrofungos sapróbios desempenham um papel essencial na decomposição da matéria orgânica e no ciclo de nutrientes. Esses fungos quebram a celulose e a lignina presentes na matéria vegetal morta, promovendo a liberação de carbono e outros elementos essenciais para o solo (Osono, 2007). Dentro do grupo dos sapróbios, podem ser distinguidos diferentes subgrupos, dependendo do tipo de matéria orgânica que utilizam como substrato:

- Sapróbios Coprófilos – Fungos especializados na degradação de matéria orgânica presente em excrementos de animais herbívoros. Esses macrofungos são fundamentais para o ciclo de nutrientes em áreas de pastoreio, facilitando a decomposição da matéria fecal e a reciclagem de nitrogênio e fósforo no solo (Krug *et al.*, 2004).
- Sapróbios Lenhícolas (xilófagos) – Fungos que colonizam madeira morta, promovendo a decomposição da lignina e contribuindo para a ciclagem do

carbono nos ecossistemas florestais (Boddy & Watkinson, 1995; Schwarze et al., 2000). Esses macrofungos são fundamentais na sucessão ecológica da decomposição da madeira, atuando desde os primeiros estágios de degradação até a completa mineralização dos substratos lenhosos (Rayner & Boddy, 1988).

- Sapróbios Humícolas (humíferos) – Fungos que atuam na degradação do material orgânico presente no folhiço e no solo, auxiliando na formação do húmus (Osono, 2007; Halbwachs *et al.*, 2018). Esses macrofungos desempenham um papel essencial na fragmentação da serapilheira e na decomposição de compostos orgânicos complexos, como celulose e lignina, transformando-os em nutrientes acessíveis para outros organismos do solo (Boddy *et al.*, 2008).

A presença desses diferentes tipos de macrofungos sapróbios está diretamente relacionada à quantidade e qualidade do substrato disponível, sendo influenciada por fatores como o regime de chuvas, a composição da vegetação e a intensidade da degradação da matéria orgânica no ambiente (Boddy *et al.*, 2008).

Os macrofungos parasitas colonizam organismos vivos, podendo causar doenças em plantas e até mesmo parasitar outros fungos. Esses macrofungos podem ser classificados em parasitas obrigatórios (que dependem do hospedeiro vivo para completar seu ciclo de vida) e parasitas facultativos (que podem sobreviver como sapróbios após a morte do hospedeiro).

- Parasitas de plantas – Alguns macrofungos parasitas são conhecidos por afetar espécies arbóreas de importância ecológica e econômica (Garrett, 1970; Hennon *et al.*, 1990). Esses fungos podem atuar como parasitas obrigatórios ou facultativos, dependendo da resistência do hospedeiro e das condições ambientais (Pearce, 1996).
- Parasitas de fungos (micoparasitas) – Alguns macrofungos são especializados em parasitar outros fungos. Esses parasitas desempenham um papel ecológico interessante, regulando populações de outros macrofungos e influenciando a dinâmica das comunidades fúngicas (Jeffries, 1995; Deacon, 2006).

A distribuição dos macrofungos parasitas está frequentemente associada à saúde do ecossistema e ao equilíbrio populacional das espécies hospedeiras. Em ambientes degradados, onde há maior incidência de estresse hídrico e doenças em plantas, a

ocorrência de fungos parasitas pode ser maior, refletindo o impacto das alterações ambientais sobre a vegetação (Porrás-Alfaro & Bayman, 2011).

### **1.7 Justificativa do estudo**

Por isso, a caracterização da diversidade funcional dos macrofungos no Alto de São Bento permitirá compreender melhor como esses diferentes grupos ecológicos interagem com o ambiente e quais fatores determinam sua ocorrência. O levantamento das espécies e sua categorização em grupos tróficos fornecerão dados essenciais para avaliar a influência das condições ambientais sobre a micobiota local, além de contribuir para estratégias de conservação da biodiversidade fúngica no Alto do São Bento.

### **1.8 O Alto do São Bento**

O Alto de São Bento (ASB) é um pequeno relevo a cerca de três quilômetros a noroeste de Évora e atinge uma altitude de 363 metros (Ribeiro, 2006) (Figura 6). É uma peneplanície do Alentejo do qual, ainda segundo os estudos de Ribeiro (2006) sobressai alguns relevos e fica situado no encontro entre três bacias hidrográficas: Tejo, Guadiana e Sado (Ribeiro, 2006).



**Figura 6. Foto do Alto do São Bento com os três moinhos.**

No Alto do São Bento podemos encontrar bons afloramentos de granitóides de granularidade média e grosseira porfiróide não foliado (Ribeiro, 2006). O Alto do São Bento

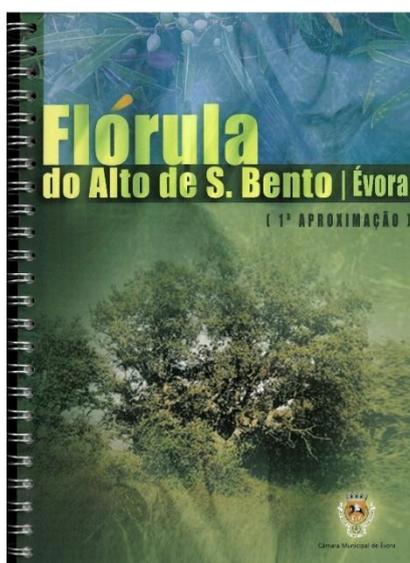
é considerado uma colina irmã de Évora, pois tem vestígios significativos de povoamento pré-histórico desde o Neolítico até o Calcolítico (Bilou, 2017). Baseado nos estudos levantados por Ribeiro (2006), é exatamente essa natureza granitóide das rochas que o compõem que contribuem para a sua preservação.

Em 1999, como parte do projeto educacional "**A Escola Adota um Monumento**" e após a adoção dos moinhos do Alto de S. Bento pela Escola Básica da Vista Alegre, a Câmara Municipal de Évora (CME) e o Museu Nacional de História Natural (MNHN), sob a coordenação científica do Professor Galopim de Carvalho, conseguiram que assinasse um protocolo para restaurar dois dos moinhos que se tornariam centros interpretativos de geologia e flora. Porém, foi somente em 2019 que começaram os esforços para restaurar um moinho para que pudesse desempenhar sua função tradicional de moagem. O trabalho de recuperação foi iniciado com base em um estudo etnotecnológico, onde a importância cerealífera do Alto de São Bento foi, segundo a CME (2022), "atestada por filmagens documentais feitas em 1929 pelo realizador José César de Sá que se encontram conservadas na Cinemateca Nacional constituindo um raro e importante documento vivo dos trabalhos na eira e nos moinhos" (CME, 2022). A restauração acrescentou um valor educacional significativo ao Núcleo Museológico do Alto de S. Bento onde os moinhos de vento tornaram-se um componente identitário do local com valores históricos, ambientais e socioculturais (CME, 2022). A vista disso, o NMASB passou a ofertar à comunidade atividades lúdico-pedagógicas disponíveis no Espaço Educativo do ASB (Figura 7) com o intuito de preservar as riquezas naturais e culturais da região, priorizando a educação não formal.



**Figura 7: Guião de atividades realizadas pelo Núcleo Museológico do Alto do São Bento.**

Não obstante, entre 2000 e 2003 docentes das escolas Básica Santa Clara e Conde de Vilalva e Secundária Severim de Faria, juntamente com o Departamento de Ecologia da Universidade de Évora desenvolveram um Catálogo Florístico do Alto de São Bento (Figura 8), onde catalogaram as espécies de árvores, plantas herbáceas, arbustos e lianas do local.



**Figura 8. Catálogo Florístico do Alto do São Bento.**

Este catálogo integra o Projecto “Flórula do Alto de São Bento”, que apresenta uma lista com 44 espécies vegetais representativas da flora existente na envolvente do Núcleo Museológico do Alto de São Bento (NMA SB). Entre essas espécies, encontram-se plantas anuais e vivazes que possuem mecanismos essenciais para sobreviver às condições

ambientais características deste habitat (Município de Évora, 2021): O levantamento florístico da região tem sido um recurso valioso para o entendimento da vegetação do Alto de São Bento, fornecendo uma base essencial para estudos ecológicos e de biodiversidade. No entanto, como ocorre em muitas áreas sujeitas a dinâmicas ambientais e possíveis alterações no uso do solo, a composição florística pode sofrer variações ao longo do tempo. Algumas espécies atualmente presentes na área de estudo não estão contempladas nas listagens anteriores, o que reforça a importância de revisões periódicas para uma caracterização mais precisa e atualizada da flora local. Esse cenário destaca não apenas a relevância dos inventários florísticos já realizados, mas também a necessidade contínua de monitoramento e atualização desses dados, garantindo um panorama mais abrangente da diversidade vegetal da região.

Embora o Alto do São Bento ofereça atividade multifuncional, como lemos outrora, podemos ainda destacar que outras práticas decorreram intermitentemente, das quais podemos destacar a extração de cortiça, a agricultura, a pastorícia (bovino e caprino), a apicultura, a colheita de cogumelos, espargos e outras plantas comestíveis, além de atividades de lazer/turísticas.

Em vista disto, o Alto do São Bento tem características de excelência para o estudo da biodiversidade, pois possui uma elevada riqueza específica, fruto do seu enquadramento biogeográfico e do seu historial de uso de solo. Acredito que, referente ao levantamento das espécies de macrofungos no Alto do São Bento, este vem a ser um trabalho pioneiro que facilitará dados pertinentes para criar medidas de conservação a favor da biodiversidade da região e ajudará como base de dados para futuros trabalhos dentro do NMASB, uma vez que os estudos registrados até o momento só mencionam a herpetofauna, flora e a geologia do local.

## 1.9 Objetivos

O objetivo geral deste estudo é **identificar** e **catalogar** as espécies de macrofungos presentes no Alto do São Bento, em relação aos diferentes microhabitats locais, considerando **variáveis ambientais específicas**. Os objetivos específicos incluem:

- (1) avaliar a influência das variáveis ambientais específicas na diversidade fúngica;
- (2) categorizar as espécies coletadas por seu grupo trófico (micorrízico, sapróbio, parasita) e;
- (3) fornecer dados iniciais para estratégias de conservação da biodiversidade local.

## 2 Materiais e método

### 2.1 Área de estudo - Localização e características ambientais

O local do trabalho de campo situa-se na parte Sul de Portugal, no Concelho de Évora, em um terreno público municipal afeto ao Núcleo Museológico do Alto de São Bento (NMASB) e mais duas áreas privadas adjacentes. O Núcleo Museológico do Alto de São Bento (NMASB) está localizado nas coordenadas geográficas **38°34'51.2" N e 7°56'15.0" W**, inserindo-se no território do concelho de Évora, sul de Portugal. Esta localização situa-se dentro dos limites geográficos do país, compreendidos entre os paralelos 37° e 42° N e os meridianos 6° e 9° W (Valentim, 2024)(Figura 9). Além disso, Évora fica no Alentejo Central e tem clima mediterrâneo do tipo Csa (com verão seco e quente) de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, ou seja, o clima mediterrâneo predomina nesta área, com inverno húmido e fresco e estival prolongado, quente e seco.



**Figura 9: Localização da área de estudo.**

No entanto, o substrato granítico e xistoso predominante na área influencia significativamente a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes no solo. Solos derivados de granito tendem a ser mais drenantes, ácidos e pobres em nutrientes, enquanto os solos originados de xistos apresentam maior teor de argila, permitindo melhor retenção de umidade e maior capacidade de troca catiônica, o que favorece a absorção de nutrientes pelas plantas (Delgado & García, 2007; Pinto & Martins, 2013).

Nas áreas de maior declive, onde o solo é mais raso e a erosão mais intensa, a vegetação arbustiva, dominada por esteva (*Cistus ladanifer*) e rosmaninho (*Lavandula*

*stoechas*), torna-se mais prevalente. Estudos indicam que essa vegetação arbustiva desempenha um papel fundamental na estabilização do solo e na regeneração natural em ecossistemas degradados (Ferreira et al., 2018).

No Alto do São Bento, a vegetação é dominada por espécies lenhosas típicas do bioma mediterrânico, como espécies arbóreas do género *Quercus*, principalmente de sobreiro (*Q. suber*), azinheira (*Q. rotundifolia* Lam.), que formam um estrato arbóreo esparso, intercalado por um sub-bosque denso composto por arbustos xerofíticos e espécies herbáceas adaptadas ao estresse hídrico (Costa et al., 1997). Além disso, temos presença de arbustos esclerofilos como lentisco-bastardo (*Phillyrea angustifolia* L.) e medronheiros (*Arbutus unedo*), e espécies como pinheiro-manso (*Pinus pinea* L.) e de oliveira/zambujeiro (*Olea* sp.), que possuem estratégias ecológicas distintas em termos de adaptações e interações com o ambiente. Para além, de existir uma grande diversidade de espécies arbustivas e herbáceas é possível encontrar áreas de pastoreio (Gomes et al., 2003).

Devemos lembrar que a história de exploração humana no Alto do São Bento, incluindo a extração de cortiça e a agricultura, resultou em um dossel fragmentado, interrompendo a continuidade ecológica da área (Carvalho & Gonçalves, 2009). A remoção seletiva de árvores, especialmente sobreiros e azinheiras, criou clareiras que favoreceram a colonização por espécies arbustivas, alterando a dinâmica da vegetação. Apesar disso, a resiliência ecológica do local é evidente em áreas menos impactadas, onde espécies nativas continuam a regenerar naturalmente. A presença de espécies invasoras, como *Acacia dealbata*, no entanto, apresenta uma ameaça crescente à biodiversidade e à integridade do dossel (Silva et al., 2011).

## **2.2 Método de delimitação dos transectos**

Para a amostragem de macrofungos, foram estabelecidos três transectos, (Figura 10), em diferentes microhabitats da área de estudo, cobrindo uma diversidade de condições ambientais.



**Figura 10. Imagem da delimitação dos três transectos da área de estudo e com os pontos das amostragens visíveis, (A) Transecto 1; (B) Transecto 2 e (C) Transecto 3.**

Cada transecto foi definido com base nos seguintes critérios:

- Distribuição equitativa na paisagem para incluir áreas com diferentes níveis de cobertura vegetal.
- Largura fixa de 10 metros ao longo de todo o comprimento do transecto.
- Extensão variável conforme as características do terreno, resultando em comprimentos médios de 240 a 380 metros por transecto.

A área total amostrada nos três transectos foi de aproximadamente 9.800 m<sup>2</sup>, distribuída conforme apresentado na Tabela 1.

Transecto	Comprimento Estimado (m)	Largura (m)	Área Estimada (m <sup>2</sup> )
Transecto 1	~380 m	10 m	3.800 m <sup>2</sup>
Transecto 2	~240 m	10 m	2.400 m <sup>2</sup>
Transecto 3	~360 m	10 m	3.600 m <sup>2</sup>

Tabela 1. Áreas estimadas para cada transecto amostrado no Alto de São Bento.

A estimativa das áreas foi realizada a partir da escala georreferenciada da imagem aérea da área de estudo, utilizando a relação entre pixels e metros para converter os comprimentos dos transectos em medidas reais.

### 2.3 Cobertura do dossel arbóreo e arbustivo

A cobertura do dossel arbóreo e arbustivo foi determinada por meio da análise de imagens aéreas obtidas do Google Earth, com delimitação dos transectos em três áreas de coleta. Utilizando segmentação digital para diferenciar áreas vegetadas e abertas. A classificação foi baseada em tons de verde e sombreamento, com cálculo da proporção de vegetação em relação à área total de cada transecto, permitindo calcular a porcentagem de vegetação presente em cada transecto. O método consistiu na:

1. Identificação das áreas cobertas por vegetação a partir da coloração e sombreamento na imagem aérea.
2. Classificação dos pixels correspondentes à vegetação (dossel arbóreo e arbustivo) e áreas abertas.
3. Cálculo da porcentagem de cobertura vegetal em relação à área total do transecto.

## 2.4 Descrição da vegetação das áreas de coleta e caracterização dos transectos

A distribuição dos transectos (Figura 11) foi planejada de modo a abranger a heterogeneidade ambiental do Alto de São Bento, garantindo a representatividade das condições edáficas, vegetacionais e dos impactos antrópicos observados na área. As campanhas de campo foram realizadas com periodicidade mensal, com o objectivo de captar eventuais variações sazonais na frutificação dos macrofungos. Paralelamente, foram recolhidos dados climáticos mensais — nomeadamente temperatura, humidade relativa do ar e precipitação — com base em informações disponibilizadas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), bem como pelos portais Ensina e Visitar Évora, de forma a permitir a análise da relação entre as condições meteorológicas e a diversidade de espécies registadas (IPMA, 2023; Ensina, 2023; Visitar Évora, 2023).

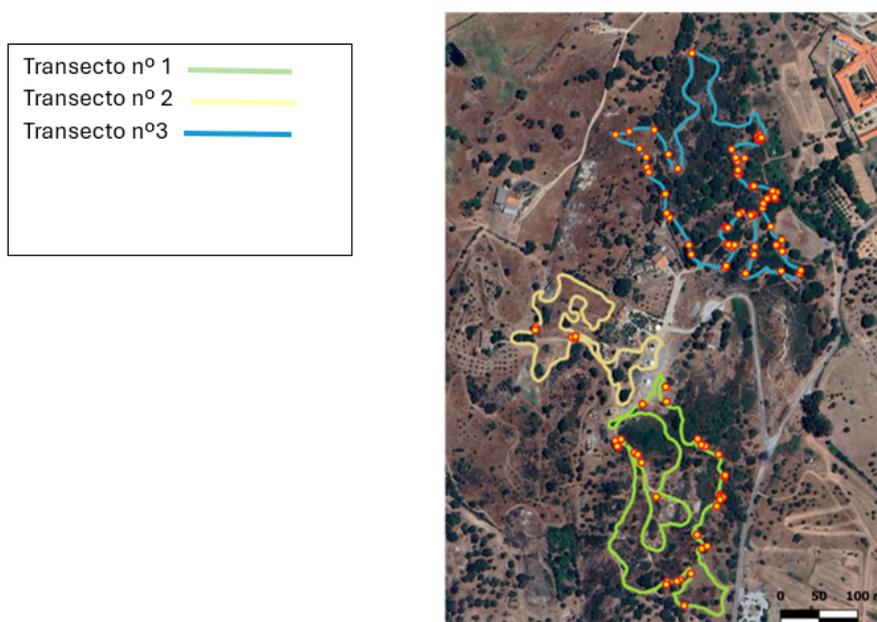


Figura 11. Vista aérea dos pontos de coleta no Alto do São Bento.

O transecto 1 (Figura 12) possui uma vegetação constituída maioritariamente por matos mediterrânicos que são formações de arbustos densos, típicos de áreas semiáridas, com espécies como a esteva (*Cistus ladanifer*), o medronheiro (*Arbutus unedo*) e o rosmaninho (*Lavandula stoechas*).

A vegetação arbórea do transecto é composta majoritariamente por sobreiro e azinheira, espécies típicas de solos bem drenados e ácidos, frequentemente associadas a comunidades fúngicas ectomicorrízicas (Brady & Weil, 2016; Tedersoo *et al.*, 2020). As árvores apresentam porte médio a alto, com copas amplas que garantem sombreamento parcial, resultando em um microclima heterogêneo ao longo do transecto.

O estrato arbustivo é denso e dominado por *Cistus ladanifer*, espécie pioneira frequentemente encontrada em solos pobres e degradados, característica de ecossistemas mediterrânicos sujeitos a perturbações (Álvarez *et al.*, 2009). Além disso, *Olea europaea* (oliveira) ocorre em pontos isolados, sugerindo áreas historicamente manejadas para cultivo ou regeneração natural.



Figura 12. Imagens do transecto 1 visualizando a vegetação e o solo granítico.

No transecto 2 (Figura 13) registrou-se a presença de pastoreio bovino o que influencia diretamente a estrutura do solo. O dossel arbóreo mais aberto e fragmentado, com ocorrência dispersa de *Quercus rotundifolia* (azinheiras), algumas das quais cortadas, evidenciando manejo antrópico para uso da terra. Essa vegetação esparsa resulta em grande incidência de luz solar no solo, favorecendo o desenvolvimento de vegetação herbácea (Alvarez *et al.*, 2009). O estrato arbustivo é pouco desenvolvido, mas em áreas menos impactadas há presença de *Cistus ladanifer* (esteva) e outros arbustos típicos de solos pobres e arenosos.

O solo é predominantemente arenoso e compactado devido ao pisoteio de animais e tráfego de veículos. Registrou-se também madeira morta em decomposição, incluindo um tronco de grande porte, onde foi registrada a ocorrência de *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst., uma espécie de fungo sapróbio comumente associada a substratos lenhosos (Tedersoo *et al.*, 2020).



**Figura 13.** Imagens do transecto 2 visualizando a vegetação e a frutificação de *Gymnopilus suberis* (Maire) Singer em um dos troncos caídos existentes no transecto.

No transecto 3, (Figura 14), o solo apresenta maior complexidade ecológica, variando entre setores ricos em matéria orgânica e zonas pedregosas associadas à presença de

afloramentos rochosos. parte do Transecto 3 sofreu os efeitos de um incêndio florestal ocorrido em 28 de junho de 2023, conforme noticiado por fontes locais (Rádio Campanário, 2023). A área apresenta vegetação em diferentes estádios de regeneração, evidenciada pela presença de madeira carbonizada, serapilheira queimada e rebentos de espécies nativas. A conjugação entre a elevada humidade e a acumulação de matéria orgânica no solo favorece o desenvolvimento de musgos, líquenes e fungos sapróbios, que desempenham um papel essencial na decomposição e reciclagem de nutrientes (Smith *et al.*, 2019). Na área observa-se uma vegetação densa e diversificada, que inclui elementos de vegetação ripícola, como *Strelitzia reginae* (estrelícia) e *Ruscus aculeatus* (gilbardeira), associados a zonas húmidas. Paralelamente, encontram-se também espécies características do montado e de solos bem drenados, como *Quercus suber* (sobreiro), *Quercus rotundifolia* (azinheira), *Pinus pinea* L. (pinheiro-manso) e *Olea europaea* var. *sylvestris* (zambujeiro), as quais indicam a presença de solos relativamente férteis e com menor grau de perturbação antrópica (Costa *et al.*, 2021). Esses ecossistemas desempenham um papel crucial na estabilidade dos solos e no ciclo hidrológico da região (Gomes *et al.*, 2003).



Figura 14. Imagens do transecto 3 visualizando a variedade da vegetação.

## 2.5 Descrição da coleta dos macrofungos

O período de amostragem das frutificações de macrofungos (cogumelos) decorreu entre Outubro de 2023 e Janeiro de 2024, coincidindo com a estação de maior actividade fúngica nas regiões de clima mediterrânico, marcada por temperaturas amenas e aumento da humidade. Durante esse intervalo, os transectos foram percorridos regularmente, sendo registadas todas as frutificações observadas dentro dos limites previamente definidos (Santos-Silva & Louro, 2011; Karavani et al., 2018). As saídas de campos foram feitas de acordo com o tempo disponível pelo pesquisador, sendo a permanência em campo em torno de 3 horas. O procedimento de coleta foi o tradicional, com uma observação minuciosa das frutificações encontradas em folhas, troncos podres, no solo, plantas vivas e mortas. Durante a coleta, os cogumelos foram retirados do substrato com a ajuda de uma faca e uma pá. Os dados, tais como substrato (se morto ou vivo) e características relativas aos espécimes (forma de inserção, consistência, cor) foram anotados numa caderneta de campo. Foram capturadas fotografias<sup>1</sup> com a utilização de câmara do celular Samsung SM-M536B e as coordenadas GPS registradas pela aplicação “As Minhas Coordenadas”. Foram anotadas o número de carpóforos totais da mesma espécie, coletados 2 ou 3 exemplares e identificados com código numérico e analisado suas características morfológicas macroscopicamente, até onde possível, em campo. Para que suas características organolépticas fossem preservadas, foram guardados dentro de um recipiente. Desta forma foram transportados para o Laboratório de Macromicologia em Mitra para o preparo de análise e identificação.

Para uma primeira abordagem, a identificação foi a nível da família dos exemplares. Para isso foi feita utilizando a Chave de Identificação de Famílias de Macrofungos (Projeto MEDIA CIÊNCIAS – FCT 65-2010/16928/1361). Para a identificação das espécies, utilizamos as obras mais específicas como “*Fungi of Switzerland*” (Breitenbach & Kränzlin, 1984-2000) e “*Fungi of Temperate Europe*” (Laessle & Petersen, 2019), que fornecem descrições detalhadas, chaves dicotômicas e ilustrações para a correta identificação taxonômica dos macrofungos<sup>2</sup>.

Os caracteres observados no material examinado foram utilizados como base para a elaboração das descrições macro e microscópicas das espécies identificadas. Para assegurar a nomenclatura atualizada, os nomes científicos das espécies foram verificados

---

<sup>1</sup> Fotografias dos espécimes estão disponíveis no Anexo II.

<sup>2</sup> A identificação das espécies ocorreu durante ao encontro de orientação (31/01/2024) no MED e contou com o auxílio da Prof<sup>a</sup> Celeste Santos-Silva para a confirmação taxonômica dos macrofungos registrados neste estudo dando assistência na aplicação de chaves taxonômicas e na confirmação nomenclatural das amostras analisadas.

na base de dados *Index Fungorum* (<http://www.indexfungorum.org>; acessado em 15 de março de 2024), uma plataforma amplamente utilizada na taxonomia fúngica.

A categorização das espécies quanto ao grupo trófico – micorrízico, parasita ou sapróbio – foi realizada com base em referências da literatura científica (Kennedy & Widden, 1991; Watkinson & Tudzynski, 2013; Smith & Read, 2008). Para uma classificação mais detalhada, as subdivisões dos macrofungos sapróbios foram estabelecidas nas seguintes categorias:

- **Sapróbios humícolas** – decompositores de matéria orgânica no solo;
- **Sapróbios coprófilos** – decompositores de excrementos;
- **Sapróbios lenhícolas** – decompositores de madeira.

Já os macrofungos parasitas foram classificados em:

- **Parasitas de plantas** – macrofungos que afetam espécies vegetais;
- **Parasitas de fungos** – macrofungos que atacam outros fungos.

A definição dessas categorias foi baseada em consultas a bases de dados e publicações especializadas disponíveis online, incluindo fontes amplamente reconhecidas no estudo da taxonomia e ecologia de macrofungos:

- ***Index Fungorum***, para verificação da nomenclatura científica;
- ***Mycobank***, base de dados taxonômica e nomenclatural para fungos;
- ***Species Fungorum***, catálogo global de nomes de fungos, mantido pelo Royal Botanic Gardens, Kew;
- ***Mycportal (Mycology Collections Portal)***, plataforma acadêmica com registros de coleções micológicas de diversas;
- ***MushroomExpert.com***, site educativo com fichas descritivas e informações ecológicas sobre macrofungos;
- **CCRES – Cogumelos Silvestres em Portugal**, que fornece informações detalhadas sobre macrofungos nativos de Portugal;
- ***In Natura (iNaturalist)***, uma plataforma colaborativa de registro de biodiversidade, com dados sobre macrofungos de diferentes;

- **Guia de Macrofungos do Parque Natural de São Mamede**, publicado pela Universidade de Évora, contendo informações taxonômicas e ecológicas dos macrofungos da região.

A consulta dessas fontes permitiu uma categorização precisa e atualizada dos macrofungos registrados neste estudo, garantindo a padronização dos dados e a conformidade com as classificações mais recentes na literatura micológica.

No laboratório, procedeu-se ao preenchimento de uma ficha de registo em formato Excel, com a revisão e complementação das observações realizadas em campo. Esta ficha incluía informações relativas aos grupos taxonómicos e aos respectivos grupos tróficos. Para a organização e análise dos dados recolhidos, foram utilizadas diversas ferramentas, nomeadamente o Microsoft Excel e a aplicação “As Minhas Coordenadas”, que permitiu o registo preciso das localizações geográficas onde os exemplares foram encontrados.

## 2.6 Tratamento estatísticos dos dados

Para avaliar a estrutura das comunidades de macrofungos nos diferentes transectos, foram calculados índices ecológicos amplamente utilizados em estudos de diversidade biológica. Esses índices permitem mensurar não apenas a riqueza de espécies, mas também a equitatividade na distribuição dos indivíduos entre as espécies registradas, refletindo a complexidade e estabilidade das comunidades.

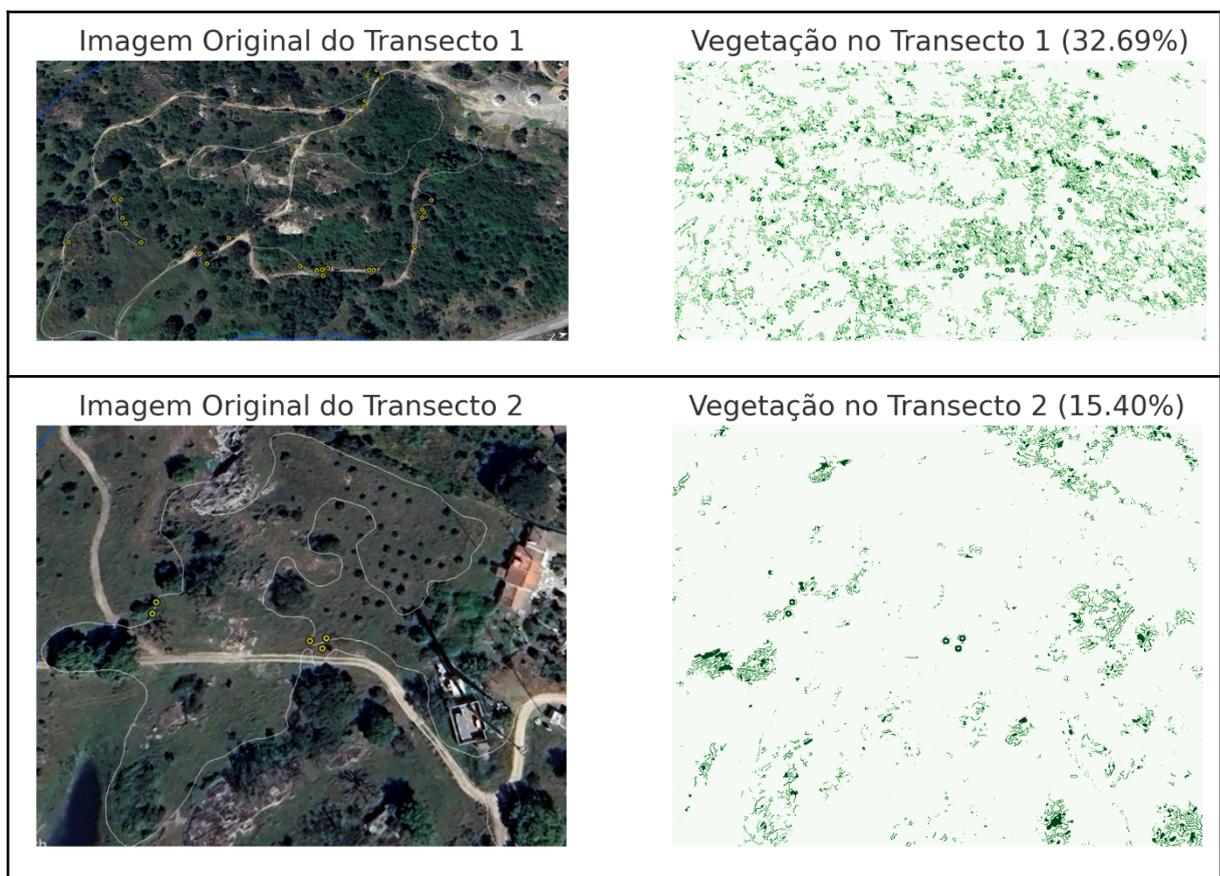
O Índice de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ) foi utilizado para estimar a diversidade considerando tanto o número de espécies quanto a uniformidade de suas abundâncias relativas (Magurran, 2004). O cálculo foi realizado pela fórmula  $H' = -\sum (p_i \cdot \ln p_i)$ , onde  $p_i$  representa a proporção de indivíduos da espécie  $i$  em relação ao total de indivíduos da comunidade. O *Índice de Simpson* ( $D$ ), calculado como  $D = 1 - \sum (p_i^2)$ , complementou a análise ao evidenciar a dominância de espécies, ou seja, a probabilidade de que duas espécies selecionadas aleatoriamente sejam diferentes (Simpson, 1949). Por fim, a *Equitatividade de Pielou* ( $J'$ ) foi aplicada para quantificar o grau de uniformidade da comunidade, sendo obtida pela fórmula  $J' = H'/\ln(S)$ , em que  $S$  representa o número total de espécies (Pielou, 1966). Valores próximos de 1 indicam uma distribuição equitativa das espécies, enquanto valores mais baixos sugerem dominância.

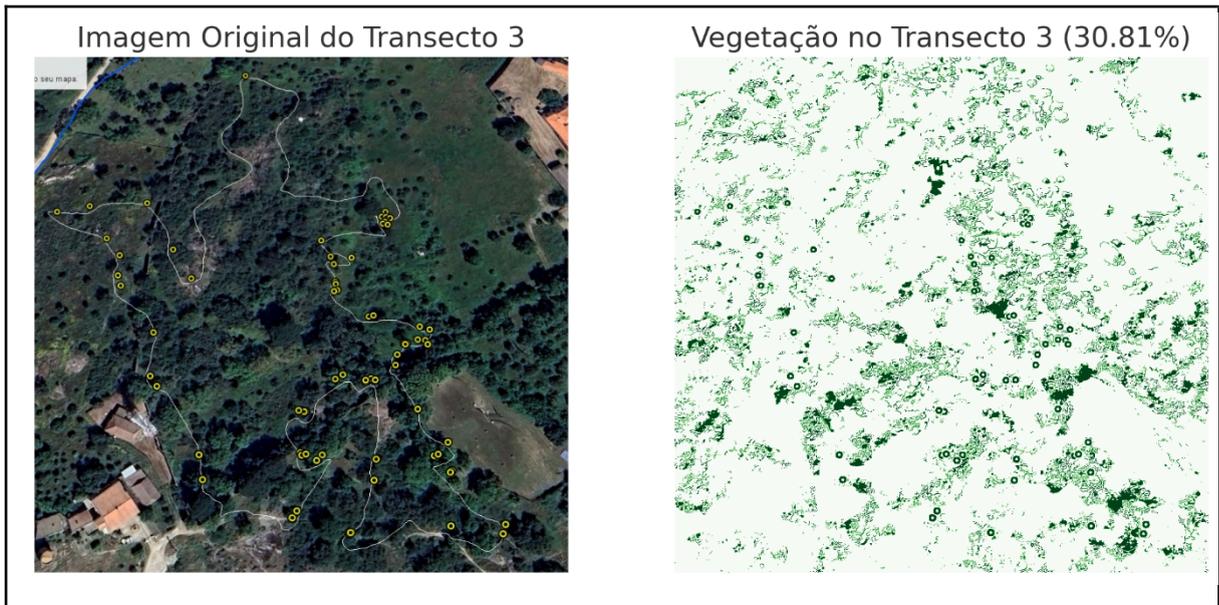
Os cálculos foram realizados com base na frequência de ocorrência dos basidiomas em cada transecto, utilizando o *Microsoft Excel*.

### 3 Resultados

#### 3.1 Análise da cobertura dossel por transecto

A análise da cobertura do dossel arbóreo e arbustivo (Figura 15), revelou diferenças significativas entre os três transectos. O Transecto 2 apresentou a menor cobertura vegetal (15,40%), enquanto os Transectos 1 e 3 tiveram valores mais elevados (32,69% e 30,81%, respectivamente).





**Figura 15. Imagem da análise da cobertura do dossel arbóreo e arbustivo dos 3 transectos escolhidos.**

A média geral da área de estudo indicou que aproximadamente 26,30% da região apresenta cobertura vegetal. Esse padrão sugere uma distribuição heterogênea da vegetação, o que pode influenciar a composição da comunidade de macrofungos, favorecendo diferentes guildas tróficas em função das condições microclimáticas e disponibilidade de substratos.

Os valores mostram que os Transectos 1 e 3 apresentam maior densidade de vegetação, enquanto o Transecto 2 é mais aberto (Tabela 2), possivelmente influenciando a ocorrência de macrofungos de diferentes grupos tróficos.

Transecto	Cobertura Vegetal (%)
Transecto 1	32,69%
Transecto 2	15,40%
Transecto 3	30,81%

Tabela 2. Percentual da densidade de vegetação por transecto.

### 3.2 Análise da variação das condições meteorológicas durante o período de coleta

Durante o período de amostragem (outubro a janeiro), foram observadas variações nas condições meteorológicas que influenciaram a presença e diversidade de macrofungos. A

precipitação acumulada aumentou gradualmente de outubro (50 mm) a janeiro (140 mm), acompanhada por um aumento da umidade relativa (75% a 90%) e uma diminuição da temperatura média (de 18 °C para 10 °C). Esses dados coincidem com os períodos de maior atividade fúngica na área, principalmente nos meses mais úmidos. As condições climáticas estão resumidas na Tabela 3 e ilustradas na Figura 16.

	Mês de Coleta	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação Total (mm)
1	Outubro/2023	18	75	50
2	Novembro/2023	15	80	90
3	Dezembro/2023	12	85	120
4	Janeiro/2024	10	90	140

Tabela 3. Tabela meteorológica de temperatura, umidade e precipitação.

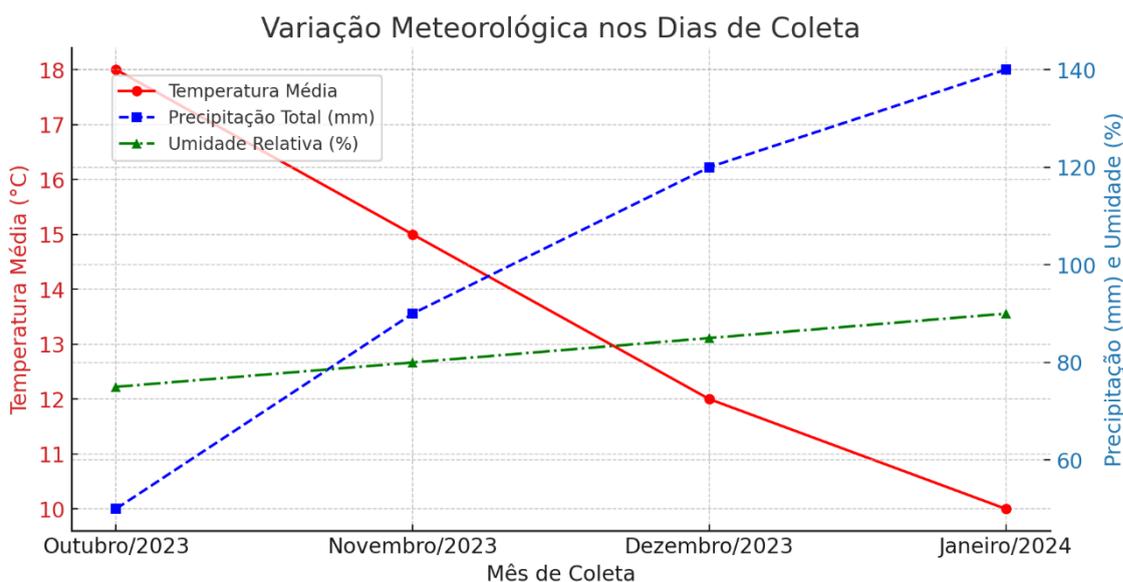
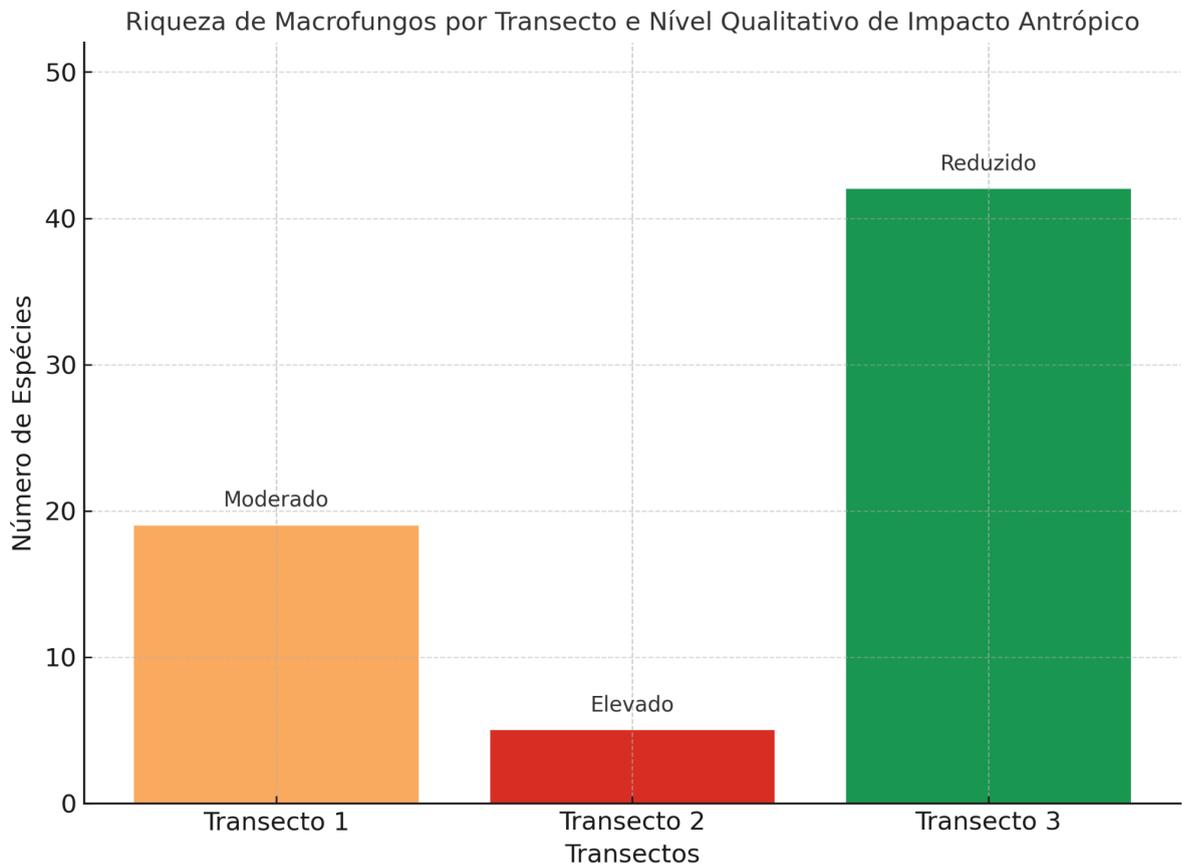


Figura 16. Gráfico de temperatura, umidade e precipitação.

### 3.3 Riqueza de macrofungos em função do impacto antrópico nos três transectos amostrados

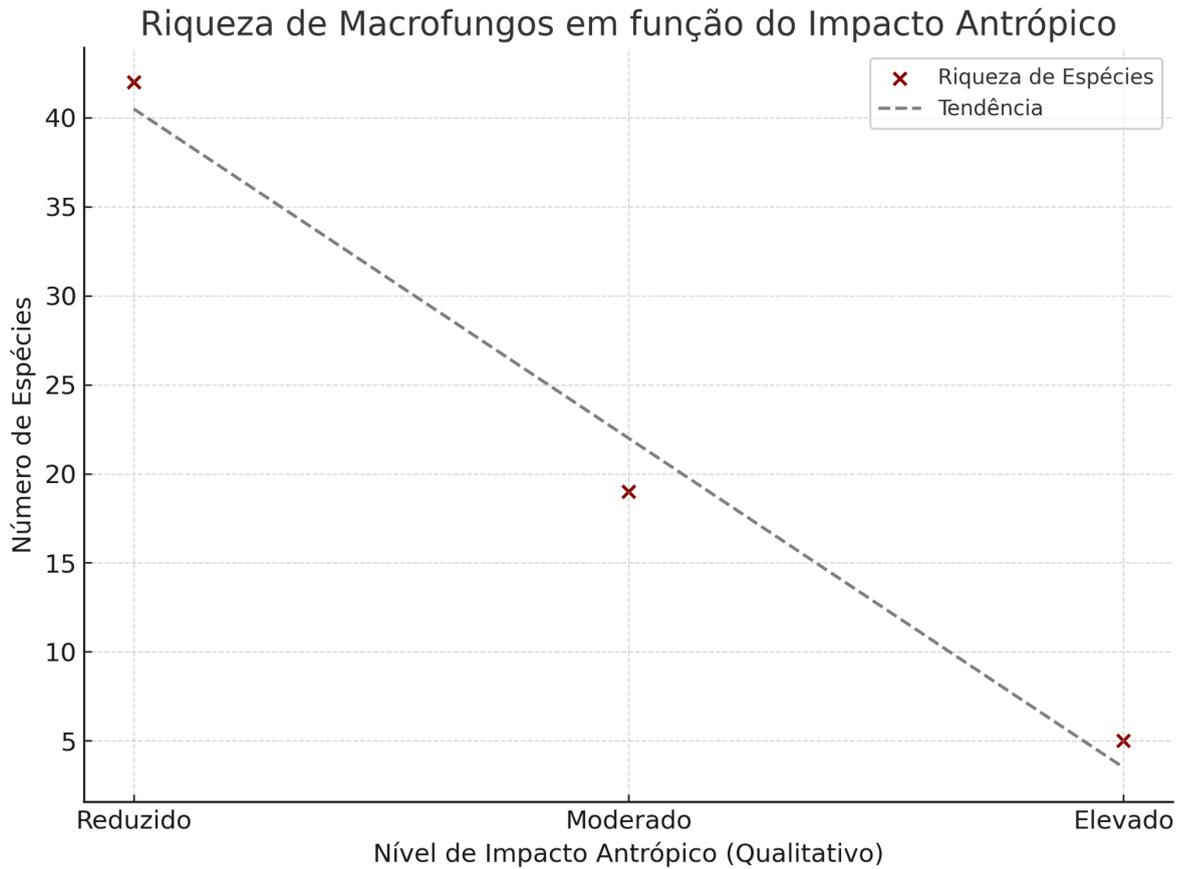
A Figura 17 evidencia uma relação inversa entre o nível de impacto antrópico e a riqueza de espécies de macrofungos. O Transecto 3, caracterizado por menor perturbação humana e maior cobertura vegetal, apresentou a maior diversidade, com 42 espécies registadas. O Transecto 1, sujeito a um impacto moderado, revelou uma riqueza intermédia

(19 espécies), enquanto o Transecto 2, fortemente degradado por actividades humanas, apresentou a menor diversidade, com apenas 5 espécies. Estes resultados reforçam o papel dos macrofungos como bioindicadores da integridade ecológica dos ecossistemas mediterrânicos



**Figura 17. Gráfico de barras representando o número de espécies de macrofungos registradas em cada transecto, com indicação qualitativa do nível de impacto antrópico: reduzido (verde), moderado (laranja) e elevado (vermelho).**

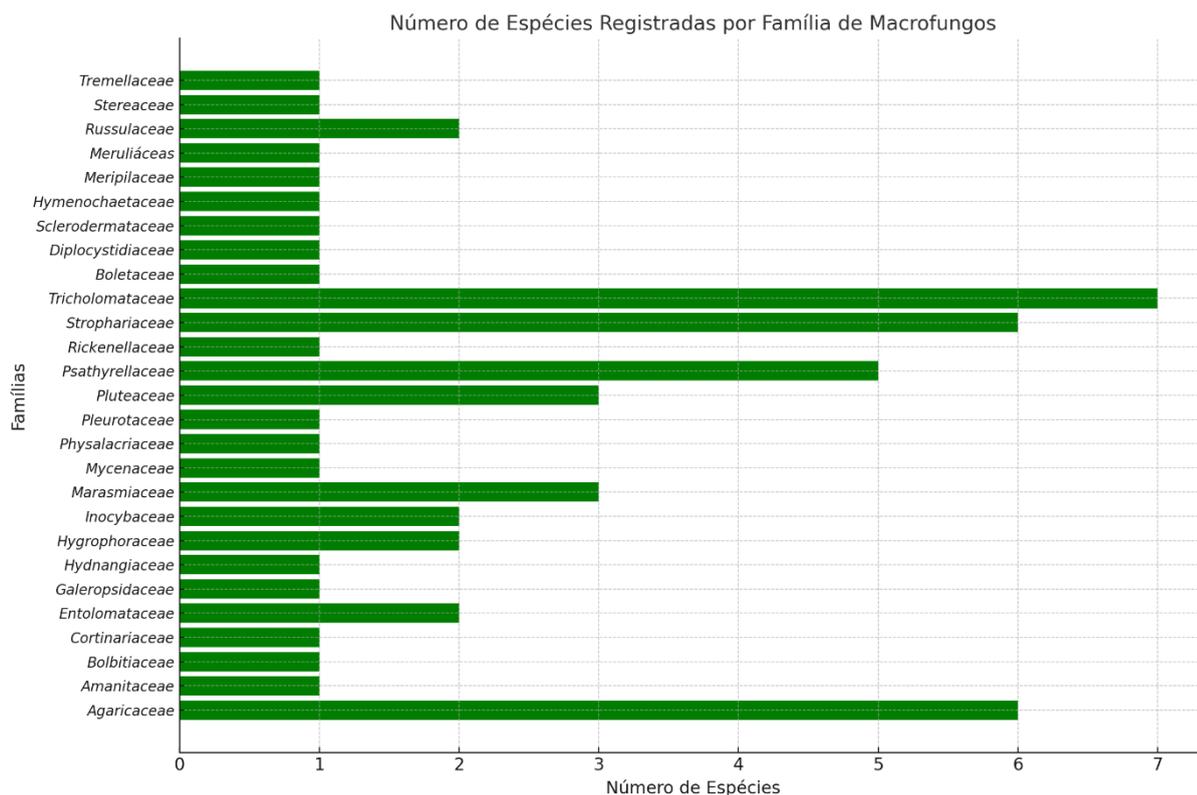
A Figura 18 complementa a análise apresentada anteriormente, evidenciando uma tendência clara de diminuição da riqueza de macrofungos à medida que aumenta o nível de impacto antrópico. Os dados demonstram que a diversidade fúngica foi mais elevada no transecto com menor perturbação humana, enquanto o transecto mais degradado apresentou a menor riqueza. A linha de tendência ilustra esta relação negativa, sugerindo que o grau de integridade ambiental exerce uma influência directa sobre a composição e a abundância de macrofungos em habitats mediterrânicos.



**Figura 18.** Gráfico de dispersão com linha de tendência, representando o número de espécies de macrofungos registradas em função do nível qualitativo de impacto antrópico nos três transectos amostrados: reduzido, moderado e elevado.

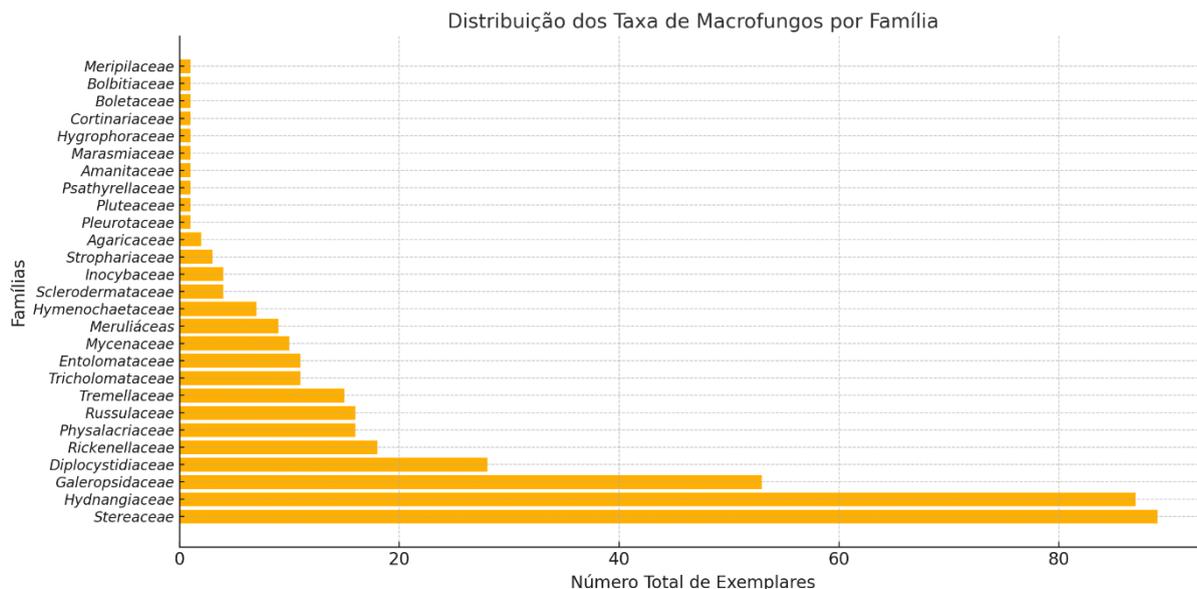
### 3.4 Análise da abundância das espécies coletadas

A Figura 19 apresenta a distribuição do número de espécies registradas por famílias de macrofungos no Alto de São Bento. A família *Tricholomataceae* foi a mais representativa, seguida por *Strophariaceae* e *Agaricaceae*, indicando uma predominância desses grupos na área de estudo. Outras famílias apresentaram menor número de espécies, possivelmente refletindo restrições ambientais específicas ou menor ocorrência local.



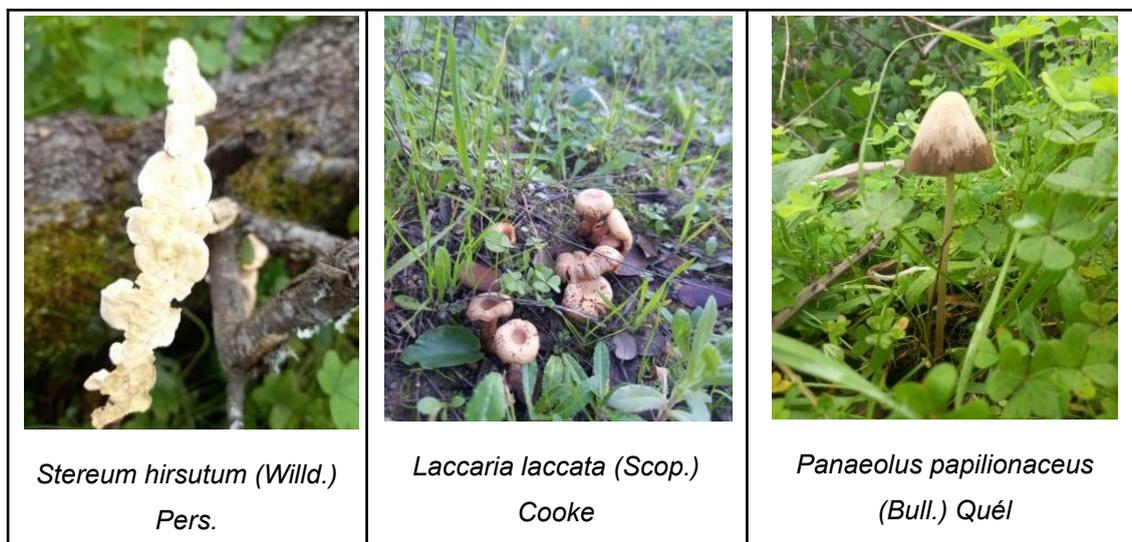
**Figura 19. Gráfico com o número de espécies registrado no Alto do São Bento.**

Já a Figura 20 nos apresenta a distribuição dos taxa de macrofungos por família, com base no número total de exemplares coletados no Alto de São Bento. As famílias *Agaricaceae* e *Boletaceae* foram as mais abundantes, enquanto outras apresentaram menor representatividade. A variação na abundância entre as famílias pode estar relacionada às diferenças nas condições ambientais e substratos disponíveis nos microhabitats amostrados.



**Figura 20. Distribuição da taxa de macrofungos por família, considerando o número total de exemplares coletados.**

A espécie mais abundante foi *Stereum hirsutum*, com 89 indivíduos, seguida por *Laccaria laccata* (87) e *Panaeolus papilionaceus* (53) (Figura 21). As demais espécies ocorreram com abundância inferior a 50 indivíduos, sendo que mais da metade foi registrada com menos de cinco exemplares. Esse padrão indica a presença de algumas espécies dominantes e uma larga proporção de táxons com ocorrência reduzida, típico de comunidades ecológicas com alta diversidade e heterogeneidade de microhabitats.



**Figura 21. Imagem das espécies mais abundantes.**

A Figura 22 apresenta abundância total de indivíduos por espécie de macrofungo. Foram registrados 579 indivíduos, distribuídos entre 55 espécies.

Abundância total de indivíduos por espécie de macrofungo

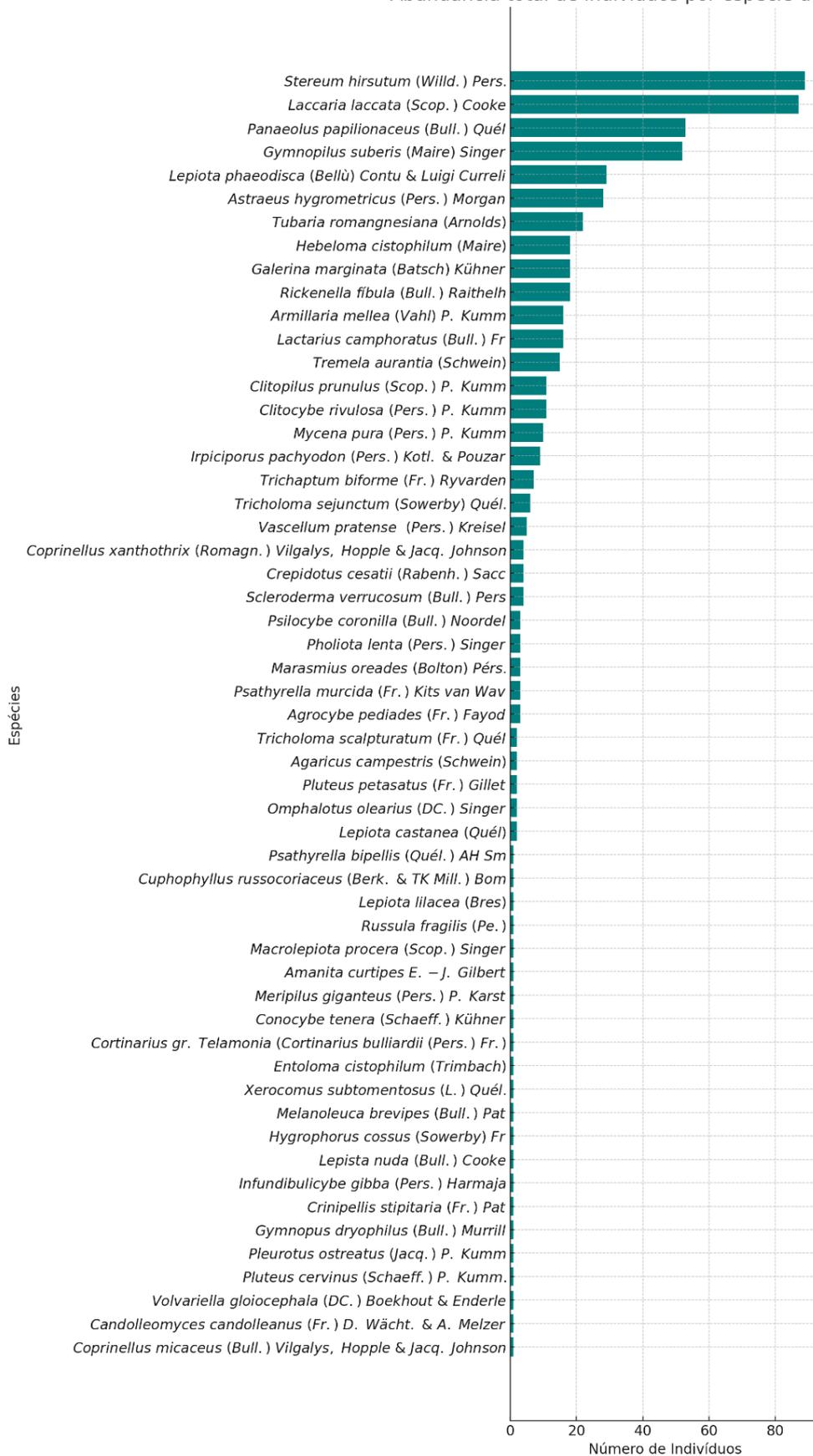


Figura 22. Abundância real de macrofungos no Alto de São Bento.

### 3.5 Análise da Riqueza de Espécies por Transecto

A distribuição da riqueza de espécies entre os transectos é apresentada na Figura 23. O Transecto 3 apresentou a maior riqueza, com 44 espécies, seguido pelo Transecto 1, com 15 espécies. O Transecto 2 apresentou a menor diversidade fúngica (5 espécies), o que pode estar relacionado ao impacto antrópico, como compactação do solo e menor disponibilidade de matéria orgânica. Esses resultados indicam que a diversidade de macrofungos diminui em ambientes mais degradados e é maior em áreas com microclima mais estável e menos alterado.

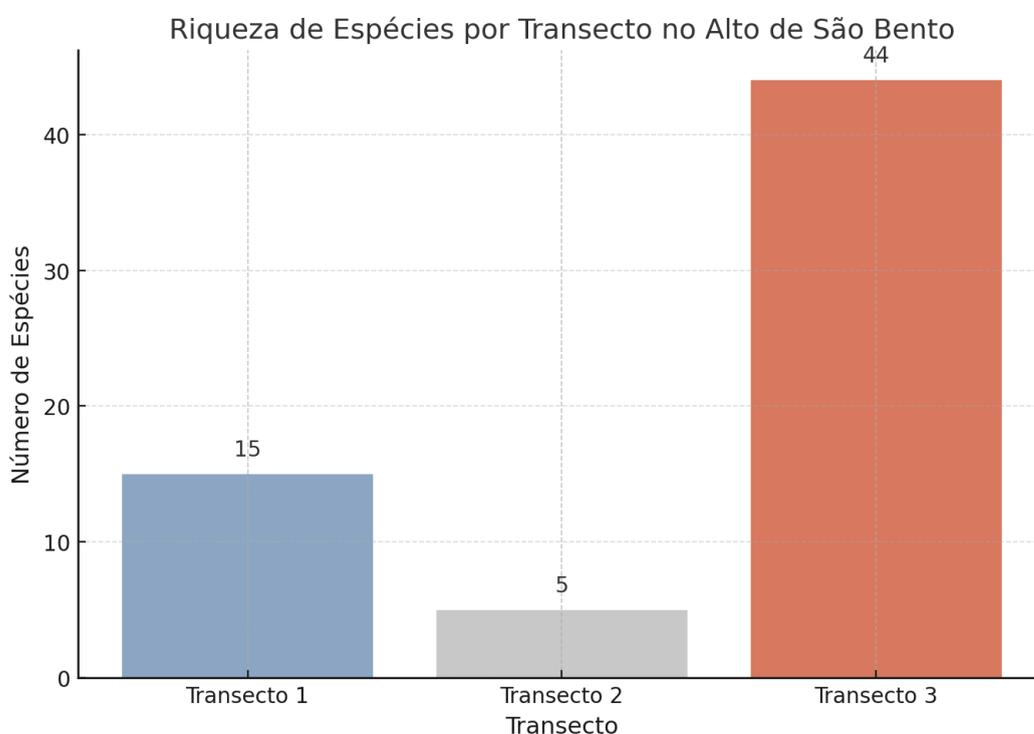


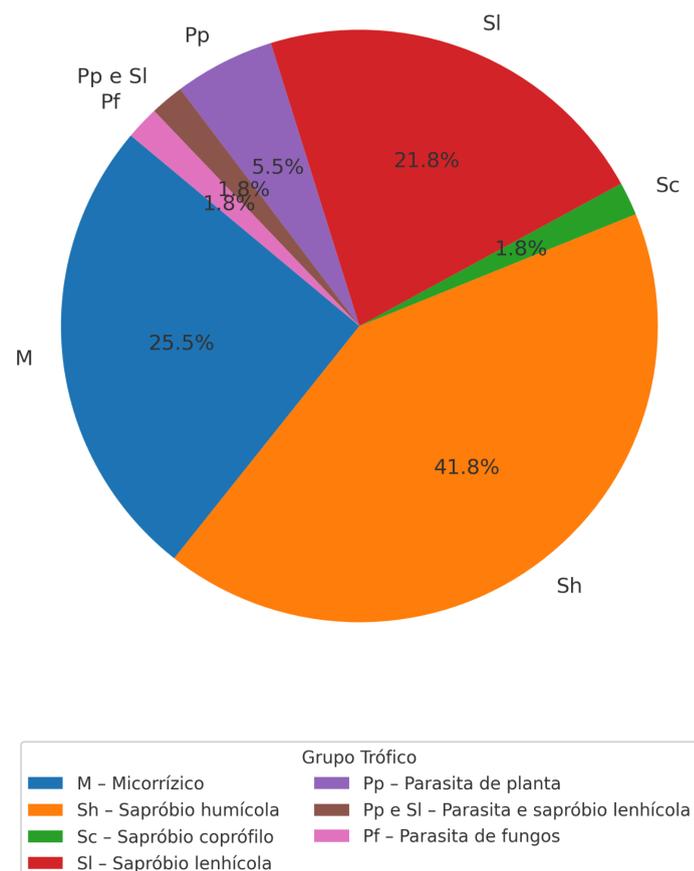
Figura 23. Riqueza de espécies de macrofungos por transecto no Alto de São Bento.

### 3.6 Análise da Distribuição dos Grupos Tróficos dos Macrofungos

Os macrofungos identificados no Alto de São Bento foram classificados em seis categorias tróficas: micorrízicos (M), sapróbios humícolas (Sh), sapróbios coprófilos (Sc),

sapróbios lenhícolas (SI), parasitas de plantas (Pp) e parasitas de fungos (Pf). Algumas espécies apresentaram dupla classificação trófica, indicando flexibilidade ecológica na obtenção de nutrientes. A Figura 24 apresenta a Distribuição geral da frequência relativa dos grupos tróficos considerando todos os exemplares registrados nos três transectos. Observa-se um predomínio dos fungos sapróbios (em especial os humícolas e lenhícolas), seguidos dos micorrízicos, e de grupos parasitas com menor representação. Os fungos sapróbios foram os mais abundantes, representando 69.1% das espécies identificadas, com destaque para os sapróbios humícolas (Sh), que compõem 41.8% das espécies registradas, e os sapróbios lenhícolas (SI), que correspondem a 21.8%. Além disso, 5.5% das espécies foram classificadas simultaneamente como sapróbias lenhícolas e parasitas de plantas (Pp e SI), evidenciando a dualidade ecológica de algumas espécies.

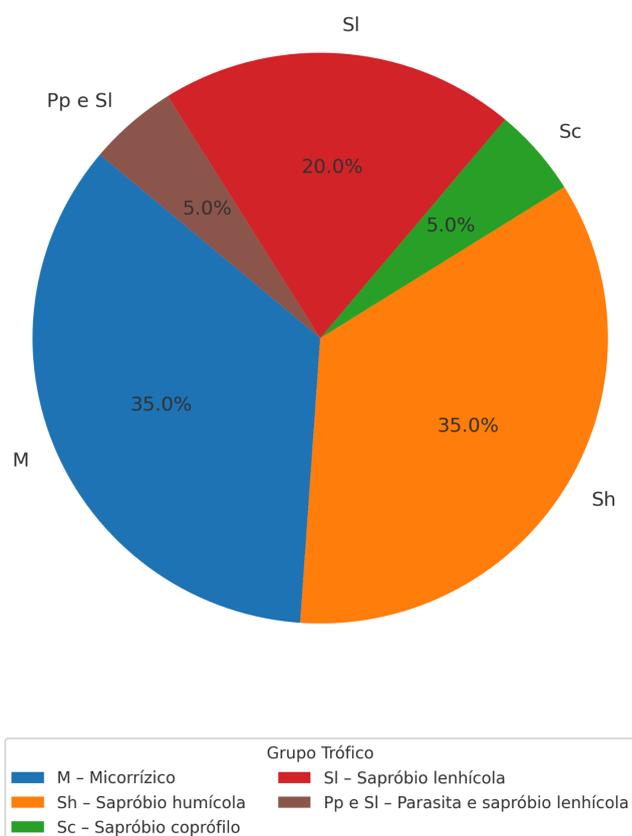
**Distribuição Percentual dos Grupos Tróficos (Geral)**



**Figura 24. Distribuição percentual dos grupos tróficos dos macrofungos identificados no Alto de São Bento.**

No Transecto 1, (Figura 25) caracterizado por solo raso, pedregoso e vegetação dominada por *Cistus ladanifer*, destaca-se a presença equilibrada de macrofungos sapróbios humícolas, micorrízicos e lenhícolas. A ocorrência de um fungo coprófilo e de uma espécie com dupla função trófica (parasita e sapróbio lenhícola) reflete a diversidade funcional moderada desta área.

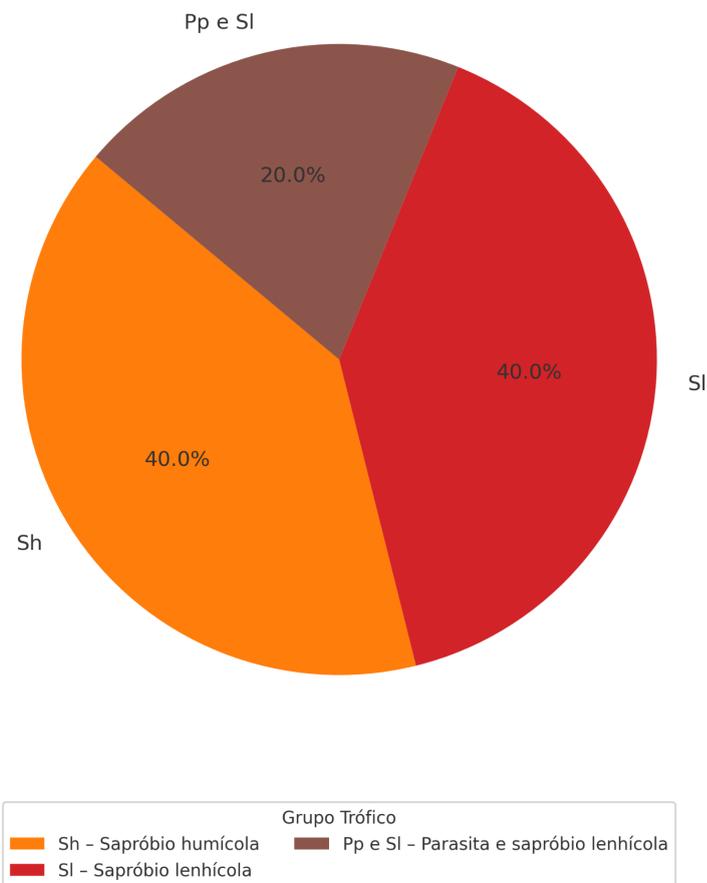
**Distribuição Percentual dos Grupos Tróficos - Transecto 1**



**Figura 25. Distribuição percentual dos grupos tróficos – Transecto 1.**

O Transecto 2, (Figura 26) fortemente impactado por actividades antrópicas como pastoreio e circulação de veículos, apresentou diversidade fúngica reduzida, com predomínio de espécies sapróbias (humícolas e lenhícolas) e presença pontual de um fungo com dupla função trófica. A ausência de macrofungos micorrízicos nesta área pode estar associada à degradação do solo e à baixa cobertura vegetal.

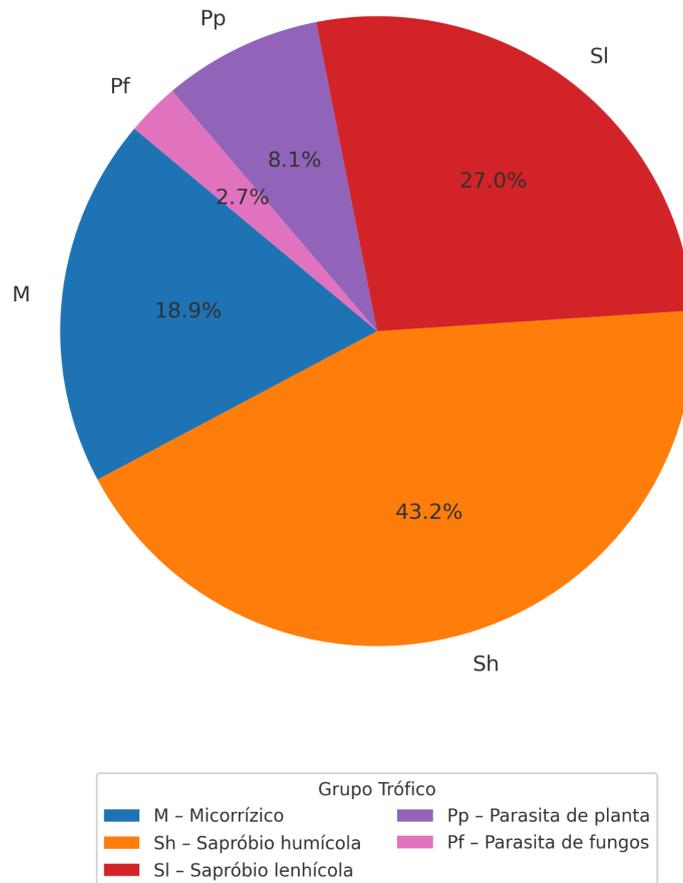
### Distribuição Percentual dos Grupos Tróficos - Transecto 2



**Figura 26. Distribuição percentual dos grupos tróficos – Transecto 2.**

O Transecto 3, (Figura 27) com vegetação densa, elevada humidade e menor perturbação humana, revelou a maior diversidade trófica entre os três transectos. Fungos sapróbios humícolas e lenhícolas foram os mais frequentes, seguidos pelos micorrízicos, parasitas de planta e parasitas de fungos. Este perfil indica um ecossistema mais equilibrado e funcionalmente complexo.

### Distribuição Percentual dos Grupos Tróficos - Transecto 3



**Figura 27. Distribuição percentual dos grupos tróficos – Transecto 3.**

Os índices demonstram uma clara correlação entre a diversidade fúngica e o grau de impacto antrópico. À medida que a perturbação ambiental diminui, a riqueza e a equitabilidade da comunidade fúngica aumentam, reforçando o papel dos macrofungos como bioindicadores da integridade dos ecossistemas mediterrânicos.

### 3.7 Análise dos Índices de Diversidade

A Tabela 4 apresenta os valores de riqueza de espécies e dos índices de diversidade ecológica (Shannon, Simpson e Pielou) obtidos para os três transectos amostrados no Alto de São Bento. O Transecto 3 destacou-se por apresentar a maior riqueza de espécies ( $n = 44$ ), o índice de Shannon mais elevado ( $H' = 2,84$ ), indicando alta diversidade, e o maior índice de Simpson ( $D = 0,90$ ), sugerindo dominância reduzida e boa equitabilidade. Já o Transecto 1, com 15 espécies, apresentou diversidade intermediária ( $H' = 2,29$ ;  $D = 0,84$ ) e o maior valor de equitabilidade segundo o índice de Pielou ( $J' = 0,78$ ), o que indica uma

distribuição relativamente uniforme dos indivíduos entre as espécies presentes. Por fim, o Transecto 2 apresentou os menores valores em todos os índices, com apenas 5 espécies registradas,  $H' = 0,85$  e  $D = 0,40$ , refletindo uma baixa diversidade e possível dominância de poucas espécies e confirmando que ambientes mais impactados apresentam menor diversidade fúngica.

	Transecto	Riqueza (Nº de espécies)	Índice de Shannon (H')	Índice de Simpson (D)	Índice de Pielou (J')
1	Transecto 1	15	2.289964983232203	0.8427915589676325	0.7777254001614633
2	Transecto 2	5	0.8492687260615328	0.4031999999999999	0.527680328309675
3	Transecto 3	44	2.8489361014335586	0.9035940210182635	0.7622225590773359

Tabela 4.. Índices de diversidade (Shannon, Simpson e Pielou) por transecto no Alto de São Bento.

A Figura 28 ilustra a variação desses índices entre os transectos, permitindo uma visualização mais clara das diferenças na diversidade fúngica. Observa-se que a riqueza específica está diretamente relacionada com os índices de diversidade, sendo maior nos transectos com solos húmicos e menor naqueles com solos compactados. Além disso, a equitabilidade das espécies (J') foi mais baixa no Transecto 2, sugerindo uma distribuição menos uniforme das espécies presentes.

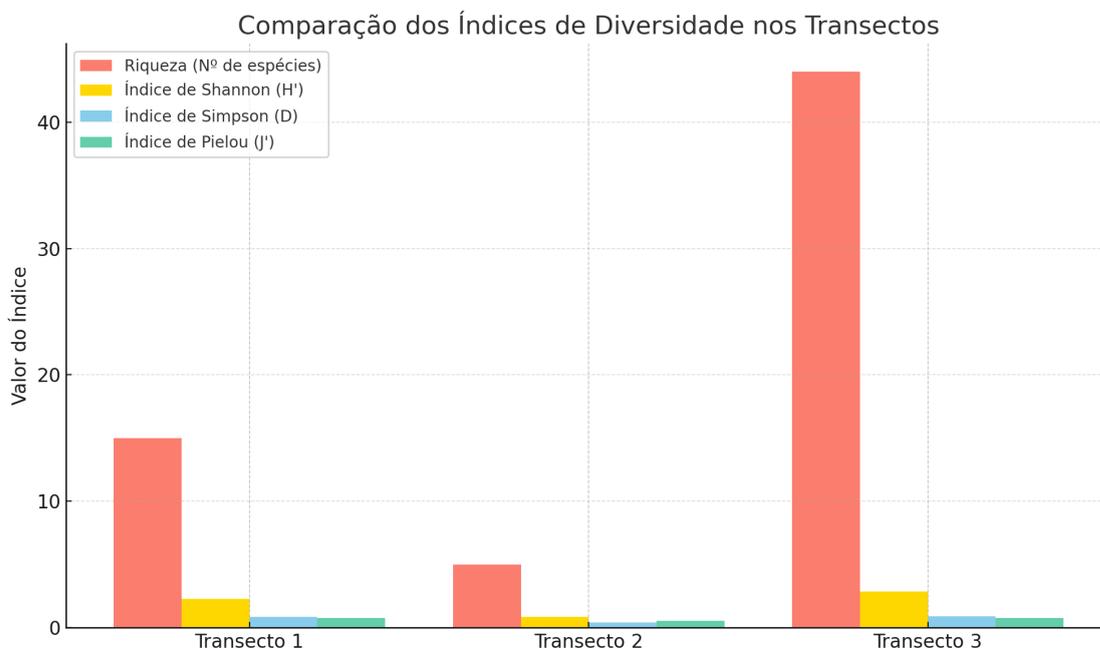
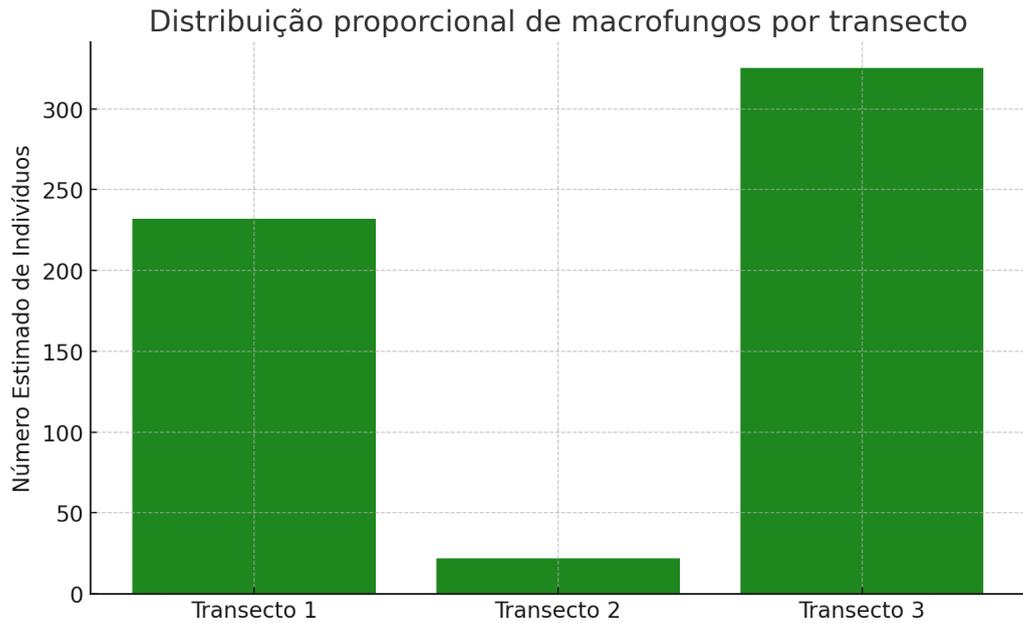


Figura 28. Gráfico com a comparação dos Índices de Diversidade nos transectos.

Na Figura 29, observa-se que a distribuição proporcional estimada do número de indivíduos revelou diferenças marcantes entre os transectos. O Transecto 3 apresentou a maior abundância, com aproximadamente 325 indivíduos, seguido do Transecto 1, com cerca de 232. Já o Transecto 2, sujeito a um elevado grau de perturbação antrópica, registou apenas 22 indivíduos. Estes dados corroboram o padrão evidenciado pelos índices de diversidade, sugerindo que a abundância de macrofungos está directamente associada às condições ambientais e ao nível de perturbação do habitat.



**Figura 29. Gráfico da estimativa proporcional do número de indivíduos por transecto com base na ocorrência das espécies.**

## 4 Discussão

Este estudo revelou uma diversidade de macrofungos no Alto de São Bento, totalizando 55 espécies pertencentes a 27 famílias taxonômicas. Os resultados obtidos mostram padrões claros na distribuição dos macrofungos nos diferentes transectos do Alto de São Bento. Nesta seção, os dados são discutidos com base nas condições ambientais locais, como vegetação, solo, clima e impacto antrópico, e comparados com informações da literatura científica.

A cobertura do dossel arbóreo foi uma variável determinante na estrutura da comunidade fúngica nos transectos analisados. O Transecto 3, com vegetação arbórea densa, presença de sobreiros (*Quercus suber*), azinheiras (*Q. rotundifolia*), zambujeiros (*Olea europaea* var. *sylvestris*) e pinheiros-mansos (*Pinus pinea*), apresentou maior diversidade e equitabilidade de espécies, como evidenciado pelos índices de Shannon-Wiener e Pielou. Esta vegetação proporciona sombreamento parcial e estabilidade microclimática, contribuindo para a redução da evapotranspiração e promovendo a formação de microhabitats húmidos e ricos em matéria orgânica — condições ideais para a frutificação de fungos ectomicorrízicos e sapróbios lenhícolas (Richard et al., 2004; Tedersoo et al., 2014). Entre os ectomicorrízicos identificados neste transecto destacam-se espécies como *Laccaria laccata*, *Hebeloma cistophilum* e *Russula fragilis*, que estabelecem simbioses com raízes de árvores como *Quercus suber* e *Quercus rotundifolia*. Quanto aos sapróbios lenhícolas, a elevada abundância de *Stereum hirsutum*, *Pluteus cervinus* e *Pleurotus ostreatus* ilustra a influência do dossel estruturado e da presença contínua de substrato lenhoso em decomposição.

Em contraste, o Transecto 2 apresentou a menor cobertura vegetal (15,40%) e o dossel arbóreo encontrava-se severamente fragmentado devido à acção antrópica, com cortes visíveis de *Quercus rotundifolia* e presença de pastoreio activo. Esta simplificação estrutural favoreceu a incidência directa de radiação solar, o ressecamento do solo e a perda de serrapilheira, factores que reduzem significativamente a diversidade fúngica e restringem a ocorrência a espécies oportunistas e tolerantes à perturbação, como *Meripilus giganteus* (Sánchez-García et al., 2015; Baldrian, 2017). Já o Transecto 1, com cobertura intermédia (32,69%), apresentou um dossel mais esparso e dominância de vegetação arbustiva, como *Cistus ladanifer*, a qual está associada a solos ácidos e pobres. Neste contexto, registou-se a presença de micorrízicos especializados, como *Hebeloma cistophilum*, adaptado a ambientes abertos e oligotróficos (Tedersoo et al., 2014; Suz et al., 2021).

Esses dados reforçam que a continuidade e qualidade do dossel arbóreo influenciam diretamente a composição da microbiota local, seja por mediação microclimática, oferta de substrato ou pelas relações simbióticas com raízes de plantas hospedeiras (Santos-Silva et al., 2011).

Durante o período de coletas (outubro de 2023 a janeiro de 2024), observou-se uma tendência clara de queda na temperatura média e aumento progressivo tanto da umidade relativa quanto da precipitação total. A temperatura média mensal variou de 18 °C, em outubro, para 10 °C em janeiro. Em contrapartida, a umidade relativa aumentou gradualmente de 75% para 90%, e a precipitação acumulada passou de 50 mm para 140 mm, refletindo a transição do outono para o inverno mediterrânico típico da região de Évora. Essa variação climática teve influência direta sobre a fenologia das espécies. A literatura aponta que a frutificação é geralmente favorecida por altos índices de umidade do solo e do ar, em associação com temperaturas moderadas a baixas (Straatsma et al., 2001; Boddy et al., 2014). Nesse contexto, os meses de dezembro e janeiro, com índices pluviométricos mais elevados e maior umidade relativa, proporcionaram as condições ideais para o surgimento de espécies sapróbias lenhícolas e húmicas, que requerem substrato úmido e temperaturas estáveis. Foi nesse período que se observou maior diversidade de espécies como *Pleurotus ostreatus*, *Pluteus cervinus* e *Coprinellus micaceus*, relacionadas à decomposição ativa de madeira e serapilheira acumulada.

Por outro lado, em outubro, com temperatura ainda elevada (18 °C) e baixa precipitação acumulada (50 mm), a frutificação foi menos intensa e limitada a espécies com maior tolerância à seca e ambientes abertos, como *Laccaria laccata* e *Panaeolus papilionaceus*. Isso está de acordo com estudos que indicam que espécies micorrízicas pioneiras e coprófilas podem frutificar em condições mais secas, desde que haja uma precipitação mínima que ative o micélio previamente estabelecido (Karadelev et al., 2013).

Esses dados sugerem que a riqueza e abundância de macrofungos acompanhou a tendência das condições meteorológicas favoráveis, atingindo seu pico nos meses mais úmidos e frios. A associação entre clima e frutificação reforça a importância de monitorar variáveis meteorológicas em estudos micológicos, especialmente em ecossistemas mediterrânicos, onde a sazonalidade climática é marcante e influencia diretamente os ciclos ecológicos dos fungos (Gange et al., 2007; Santos-Silva et al., 2011).

Quanto à distribuição e riqueza de macrofungos, os três transectos do Alto de São Bento demonstram uma relação entre a diversidade fúngica, as condições edáficas e o grau de impacto antrópico. Observa-se que o Transecto 3, com apenas 20% de impacto antrópico

estimado, apresentou a maior riqueza de espécies (n = 42). Em contraste, o Transecto 2, com 90% de impacto, registrou apenas 5 espécies, evidenciando uma forte correlação negativa entre distúrbio humano e diversidade fúngica.

Essa tendência é corroborada pelo gráfico de dispersão, no qual a riqueza de espécies diminui à medida que o impacto antrópico aumenta. Essa relação reflete a degradação estrutural do habitat causada por práticas como pastoreio, corte de árvores, trânsito de veículos e compactação do solo, observadas sobretudo no Transecto 2. Segundo Santos-Silva *et al.* (2011), tais perturbações reduzem a heterogeneidade microambiental e comprometem a estrutura da vegetação, fatores essenciais à manutenção de comunidades fúngicas complexas.

Adicionalmente, as condições edáficas mostraram-se determinantes para a composição funcional dos macrofungos. O Transecto 1, embora impactado moderadamente (50%), apresentou solo granítico raso, ácido, pedregoso e pobre em nutrientes, mas ainda sustentou 15 espécies, muitas delas adaptadas a ambientes abertos e oligotróficos, como *Laccaria laccata* e *Hebeloma cistophilum*. Já o Transecto 3, com solo profundo, rico em matéria orgânica, elevada umidade e cobertura de serapilheira, favoreceu a ocorrência de ectomicorrízicos e sapróbios lenhícolas exigentes, como *Russula fragilis*, *Tricholoma sculpturatum*, *Pluteus cervinus* e *Pleurotus ostreatus*.

Os dados indicam que a diversidade fúngica responde diretamente ao estado de conservação do solo e da vegetação, sendo negativamente afetada pela compactação, perda de serrapilheira, fragmentação do dossel e distúrbios recorrentes. A presença de espécies exclusivas nos transectos menos impactados sugere que há uma especialização ecológica relacionada à qualidade do microhabitat, o que reforça o papel dos macrofungos como bioindicadores sensíveis de integridade ecológica (Karadelev *et al.*, 2013; Heilmann-Clausen *et al.*, 2015).

Essa diversidade de macrofungos observada no Alto de São Bento reflete as características estruturais e botânicas do habitat, fortemente marcado por elementos típicos do montado mediterrânico. Espécies como *Tricholoma sculpturatum*, *Russula fragilis*, *Lactarius camphoratus* e *Cortinarius gr. Telamonia* foram registradas em áreas com elevada cobertura de *Quercus suber* e *Q. rotundifolia*, sendo estas árvores reconhecidas como hospedeiras ectomicorrízicas-chave em sistemas de montado (Heilmann-Clausen *et al.*, 2017). Essas espécies micorrízicas indicam a presença de redes simbióticas bem estabelecidas no solo, especialmente em locais com menor impacto antrópico e maior estabilidade ecológica.

A coexistência de *Pinus pinea* em setores do Transecto 3 também contribui para a riqueza funcional do sistema, pois fornece substrato para fungos sapróbios lenhícolas, como *Pluteus cervinus*, *Pleurotus ostreatus* e *Stereum hirsutum*, frequentemente associados à madeira de coníferas e folhosas mortas (Bonet *et al.*, 2004; Boddy *et al.*, 2008).

A presença de *Arbutus unedo*, *Olea europaea var. sylvestris* e *Pyrus bourgaeana* contribui com diferentes microhabitats e aporte de serrapilheira, favorecendo espécies sapróbias como *Mycena pura*, *Candolleomyces candolleanus* e *Galerina marginata*, que se desenvolvem em substratos húmicos e em decomposição fina. A vegetação arbustiva dominada por *Cistus ladanifer*, especialmente no Transecto 1, também revelou importância ecológica ao abrigar espécies especializadas como *Hebeloma cistophilum*, micorrízica exclusiva de *Cistus* (Redecker *et al.*, 2001).

Dessa forma, a diversidade de macrofungos registrada está fortemente associada à composição florística do montado, destacando o papel das espécies vegetais dominantes na modelação da comunidade fúngica. A complexidade estrutural e a diversidade botânica da área favorecem uma micobiota variada, composta por fungos com diferentes estratégias ecológicas, o que reforça o valor ecológico e de conservação dos sistemas de montado mediterrânico.

Vale ressaltar que das 55 espécies de macrofungos registradas no Alto de São Bento, quatro destacaram-se pela elevada frequência e ampla distribuição nos transectos amostrados: *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke, *Panaeolus papilionaceus* (Bull.) Quél. e *Gymnopilus suberis* (Maire) Singer.

*Stereum hirsutum* foi a espécie mais frequente, com 89 indivíduos, distribuída principalmente nos Transectos 1 e 3, com maior abundância no Transecto 3, caracterizado por elevada umidade, presença de folhosas perenifólias e acúmulo expressivo de madeira morta. Trata-se de um fungo sapróbio lenhícola amplamente distribuído em zonas temperadas e mediterrânicas, especializado na decomposição de madeira morta, especialmente de angiospermas como *Quercus suber* e *Q. rotundifolia* (Ryvarden & Melo, 2014). Durante a amostragem, *S. hirsutum* foi observado tanto em galhos caídos ao solo quanto em troncos em avançado estado de decomposição, confirmando sua capacidade de colonizar diferentes formas de substrato lenhoso.

Um dado particularmente relevante foi a observação de frutificações de *Tremella aurantia* (Schwein.) Fr. associadas diretamente a basidiomas de *S. hirsutum*. *T. aurantia* é um fungo parasita obrigatoriamente micoparasítico, especializado em espécies do gênero *Stereum*, sobretudo *S. hirsutum*, sobre os quais formam seus corpos gelatinosos

amarelo-alaranjados (Pereira-Carvalho *et al.*, 2020; Roberts & Evans, 2011). Estudos apontam que *S. hirsutum* é um dos principais agentes de podridão branca em madeira morta, participando ativamente na mobilização de nutrientes e na estruturação de cadeias tróficas fúngicas em ecossistemas florestais (Boddy & Watkinson, 1995; Heilmann-Clausen, 2001). Sua elevada abundância nos transectos mais ricos em matéria lenhosa e menor impacto antrópico reforça sua importância ecológica como espécie-chave nos processos de decomposição e como hospedeiro relevante para interações fúngicas específicas.

*Laccaria laccata*, com 87 indivíduos, foi registrada principalmente no Transecto 1, cuja vegetação é dominada por *Cistus ladanifer*, em solos rasos, pedregosos e de baixa fertilidade. Essa espécie é reconhecida por sua ampla distribuição e plasticidade ecológica, atuando como fungo ectomicorrízico generalista, capaz de estabelecer simbioses com uma diversidade de espécies vegetais em ambientes oligotróficos (Smith & Read, 2008; De Román *et al.*, 2005). A sua presença predominante nesse transecto indica adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade, desempenhando um papel fundamental na aquisição de nutrientes pelas plantas hospedeiras e na estabilidade do ecossistema. *L. laccata* é frequentemente considerada uma espécie pioneira na sucessão micorrízica, capaz de colonizar rapidamente áreas com baixo teor de matéria orgânica e elevada exposição solar (Garbaye, 1991).

*Panaeolus papilionaceus*, com 53 registros, foi encontrado exclusivamente no Transecto 1. Trata-se de uma espécie sapróbia coprófila, comumente associada a fezes de herbívoros, especialmente bovinos e equinos, sendo amplamente distribuída em pastagens, campos abertos e áreas de uso agropecuário (Richardson, 2001). No entanto, apesar de o Transecto 1 não apresentar atividade de pastoreio no momento da amostragem, a ocorrência abundante da espécie pode estar relacionada à presença de matéria fecal residual no solo proveniente de uso pecuário anterior, ou ainda à ação de herbívoros silvestres, como coelhos ou javalis. Outra possibilidade é a colonização por esporos remanescentes no banco fúngico do solo, uma vez que espécies coprófilas como *P. papilionaceus* possuem esporulação abundante e podem manter viabilidade por longos períodos até encontrarem substrato adequado para frutificação (Krug *et al.*, 2004). Sua presença sugere, portanto, uma resposta fúngica a sinais orgânicos no solo, mesmo na ausência atual de gado, destacando a importância de considerar o histórico de uso da área na interpretação da comunidade fúngica.

Dois espécies foram registadas exclusivamente no Transecto 2: *Crinipellis stipitaria* (Fr.) Pat. e *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst. Estas espécies apresentam ecologias distintas e chamam a atenção pelo seu surgimento num transecto caracterizado por solos

rasos, graníticos e vegetação dominada por *Cistus ladanifer*, com reduzida cobertura arbórea e ausência de dossel contínuo. *Crinipellis stipitaria* é uma espécie sapróbia húmida que se desenvolve sobre restos vegetais herbáceos, especialmente de gramíneas, e está associada a ambientes abertos e pobres em nutrientes (Antonín & Noordeloos, 2010). Por sua vez, *M. giganteus*, um macrofungo sapróbio lenhícola de grande porte, encontra-se habitualmente associado a raízes e troncos de folhosas como *Fagus*, *Aesculus* e *Quercus* spp. (Ryvarden & Melo, 2014). A sua presença no transecto pode indicar a existência de madeira morta subterrânea, proveniente de árvores previamente removidas ou mortas por acção antrópica. Esta espécie é conhecida pela sua tolerância a solos compactados e pela capacidade de frutificar em ambientes com impacto moderado a elevado (Baumgartner et al., 2011).

*Gymnopilus suberis* foi a única das espécies mais frequentes registrada nos três transectos, o que evidencia sua ampla tolerância ecológica. Esta espécie sapróbia é característica de zonas mediterrânicas e apresenta afinidade com madeira morta de sobreiros (*Quercus suber*) e outras folhosas (Esteve-Raventós et al., 2010). A sua ampla distribuição nos transectos sugere adaptabilidade a diferentes graus de distúrbio, podendo colonizar tanto áreas antropizadas quanto ambientes com menor impacto humano. A análise dessas espécies evidencia a diversidade funcional dos macrofungos presentes no Alto de São Bento, refletindo estratégias ecológicas distintas — desde sapróbios lenhícolas e coprófilos até micorrízicos generalistas — e confirma a influência das variáveis ambientais e do impacto antrópico na composição fúngica local. Estes resultados estão em consonância com estudos que apontam a resposta diferencial dos macrofungos à heterogeneidade ambiental em paisagens mediterrânicas (Hernández-Rodríguez et al., 2015; Karadelev et al., 2013).

No total 9 espécies de macrofungos foram registradas exclusivamente no Transecto 1, entre elas *Melanoleuca brevipes* (Bull.) Pat., *Clitocybe rivulosa* (Pers.) P. Kumm., *Hebeloma cistophilum* (Maire), *Agrocybe pediades* (Fr.) Fayod, *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm., *Omphalotus olearius* (DC.) Singer, *Hygrophorus cossus* (Sowerby) Fr. A ocorrência restrita dessas espécies pode ser interpretada à luz das características ecológicas do Transecto 1, marcado por solos de origem granítica, rasos, pedregosos, com baixa retenção hídrica e textura arenosa a franco-arenosa, além de vegetação dominante de *Cistus ladanifer*. Esse ambiente, embora não possua cobertura florestal densa, oferece condições favoráveis a espécies micorrízicas pioneiras e sapróbias adaptadas a solos oligotróficos, expostos e de pH ácido, típicos de substratos graníticos (Pereira et al., 2011).

*Melanoleuca brevipes* é um basidiomiceto sapróbio amplamente distribuído na Europa, que frutifica preferencialmente em solos desnudos ou cobertos por gramíneas, sendo comum em clareiras, pastagens e bordas de caminhos (Bon, 1987). Sua presença em ambientes abertos e pedregosos está de acordo com sua ecologia generalista e tolerância a solos compactados.

*Clitocybe rivulosa*, uma espécie sapróbia tóxica, é igualmente frequente em gramados, campos secos e solos arenosos, formando círculos de fadas em terrenos pouco arborizados (Phillips, 2006). A combinação de solo granítico e exposição solar intensa favorece seu desenvolvimento.

*Hebeloma cistophilum* é uma espécie ectomicorrízica estreitamente associada a *Cistus ladanifer*, sendo considerada um indicador de habitats mediterrânicos oligotróficos (Redecker et al., 2001). Sua presença exclusiva neste transecto reforça a importância de *Cistus* como planta hospedeira micorrízica em solos graníticos pobres.

O Transecto 3 revelou a maior riqueza de espécies exclusivas da área de estudo, totalizando 36 espécies que não foram observadas nos demais transectos. Esta elevada diversidade está fortemente associada às condições ecológicas particulares da área: solo de maior profundidade, derivado de granitos alterados, com elevado teor de matéria orgânica e boa retenção hídrica, além de cobertura florestal densa composta por *Quercus suber*, *Q. rotundifolia*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pyrus bourgaeana*, e sub-bosque rico em líquenes, musgos e *Ruscus aculeatus*. Tais condições proporcionam microclimas estáveis, acúmulo de serrapilheira, nascentes de água e oferta contínua de madeira morta — fatores que favorecem macrofungos exigentes e com estratégias tróficas diversas (Boddy et al., 2008; Heilmann-Clausen et al., 2015).

Entre as espécies exclusivas destacam-se numerosos representantes de fungos ectomicorrízicos, como *Tricholoma sculpturatum*, *T. sejunctum*, *Cortinarius* gr. *Telamonia*, *Lactarius camphoratus*, *Russula fragilis* e *Xerocomus subtomentosus*. Estas espécies estabelecem simbioses com raízes de folhosas nativas e são bioindicadoras de solos florestais pouco perturbados e com estrutura ecológica estável (Rinaldi et al., 2008; Smith & Read, 2008). Sua presença aponta para uma rede subterrânea complexa e funcional, associada à absorção eficiente de nutrientes e à estabilidade do ecossistema.

A ocorrência de *Tremella aurantia* parasitando diretamente *Stereum hirsutum* exemplifica interações micoparasíticas específicas, ressaltando a complexidade das relações tróficas entre fungos neste transecto (Roberts & Evans, 2011; Pereira-Carvalho et al., 2020). Além disso, espécies como *Candolleomyces candolleanus*, *Psathyrella murcida*,

*Galerina marginata*, *Conocybe tenera* e *Psilocybe coronilla*, sapróbias de solos úmidos ou serapilheira em decomposição, revelam uma microbiota ativa adaptada a substratos ricos em carbono e com menor insolação.

Foram igualmente registadas espécies de relevância ecológica particular, como *Armillaria mellea*, um fungo fitoparasita necrotrófico que ataca raízes de árvores vivas, provocando a sua morte, mas que também pode actuar como decompositor secundário, colonizando a madeira após o colapso do hospedeiro (Baumgartner et al., 2011). Espécies com modos de vida menos comuns, como *Entoloma cistophilum*, potencialmente micorrízico especializado, e *Cuphophyllus russocoriaceus*, considerado um fungo biotrófico associado a comunidades de musgos, reforçam a complexidade funcional da comunidade fúngica (Voitk et al., 2020).

Um ponto importante durante a coleta foi a ocorrência de *Coprinellus micaceus* (Bull.) , *Candolleomyces candolleanus* (Fr.) e *Irpiciporus pachyodon* (Pers.) em áreas do Alto de São Bento atingidas pelo incêndio de 28 de junho de 2023 (Rádio Campanário, 2023) , o que indica uma possível resiliência ecológica dessas espécies frente a distúrbios ambientais de origem antrópica, como o fogo. Incêndios florestais causam modificações na composição da biota edáfica e da serrapilheira, criando condições que favorecem espécies sapróbias oportunistas ou adaptadas a nichos pós-distúrbio (Hernández-Rodríguez et al., 2013; Hernández-Rodríguez et al., 2015).

*Coprinellus micaceus* é frequentemente relatado em madeira em decomposição ou solos ricos em matéria orgânica e, embora não seja considerado pirofílico, há registros da sua frutificação em áreas recentemente queimadas, sugerindo sua capacidade de colonização rápida em ambientes alterados (Yilmaz et al., 2021). *Candolleomyces candolleanus*, anteriormente classificado como *Psathyrella candolleana*, é conhecido por sua ocorrência em gramados, margens de caminhos e bases de árvores decaídas, sendo frequentemente registrado em áreas de regeneração inicial após perturbações (Guzmán-Dávalos et al., 2008). *Irpiciporus pachyodon* apresenta afinidade com madeira em decomposição, especialmente de folhosas como carvalhos (*Quercus spp.*), sendo tolerante a alterações microambientais e frequentemente observado em troncos mortos após distúrbios florestais (Ryvarden & Melo, 2014).

Essas observações reforçam a importância dos macrofungos como bioindicadores em processos de regeneração ecológica, especialmente em áreas mediterrânicas afetadas por incêndios, onde a rápida recolonização por espécies sapróbias pode atuar na ciclagem

de nutrientes e na decomposição da matéria lenhosa remanescente (Treseder *et al.*, 2004; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015).

Comparando os transectos, observa-se que:

- O Transecto 1 abriga espécies adaptadas a condições edáficas limitantes, à acidez e à baixa fertilidade do solo granítico, muitas delas com capacidade pioneira e tolerância à insolação;
- O Transecto 2 apresenta sinais de simplificação ecológica e perda de nichos funcionais devido ao impacto antrópico;
- O Transecto 3 representa um refúgio ecológico, com a mais elevada complexidade fúngica, incluindo espécies sensíveis e interações fúngicas especializadas (micoparasitismo, decomposição sequencial, simbioses).

As diferenças observadas indicam que os macrofungos são bioindicadores eficazes da qualidade ambiental e da complexidade dos microhabitats (Santos-Silva *et al.*, 2011). A ocorrência seletiva de espécies em cada transecto reforça a importância de conservar mosaicos de vegetação e solos com diferentes níveis de perturbação, capazes de sustentar uma ampla diversidade funcional de macrofungos em ecossistemas mediterrânicos.

## 5 Conclusão

Este estudo investigou a diversidade de macrofungos no Alto de São Bento, em Évora, avaliando a influência dos microhabitats e das condições ambientais na distribuição desses organismos. Foi um trabalho pioneiro a listar as espécies encontradas nesse habitat. No total, foram identificadas 55 espécies distribuídas entre diferentes grupos tróficos, com destaque para os fungos sapróbios como os mais abundantes. Percebe-se que a riqueza fúngica esteve diretamente relacionada com a heterogeneidade ambiental, sendo maior em solos húmicos e úmidos e substratos lenhosos em decomposição, enquanto transectos com impacto antrópico elevado apresentaram menor diversidade.

Os objetivos da pesquisa foram plenamente atendidos. Além disso, as variáveis ambientais analisadas neste estudo — como cobertura vegetal, presença de serrapilheira, tipo de substrato, impacto antrópico e fatores climáticos — mostraram-se determinantes para explicar os padrões de diversidade e distribuição dos macrofungos. Essas variáveis permitiram uma interpretação ecológica aprofundada do Micobiota local e sustentaram o atendimento do primeiro objetivo específico. A categorização trófica permitiu compreender a função ecológica das espécies, destacando o papel dos fungos sapróbios no ciclo de decomposição e dos fungos micorrízicos na interação com espécies arbóreas nativas, como *Quercus suber*, *Quercus rotundifolia*, *Olea europaea var. sylvestris* e *Pinus pinea*.

No entanto, apesar da riqueza observada, é importante ressaltar que o número de espécies pode estar subestimado devido ao tempo limitado de coleta, à sazonalidade e à maior amostragem de indivíduos por microhabitats.

Contudo, a conservação dos microhabitats mais favoráveis à diversidade fúngica, como solos ricos em matéria orgânica e substratos lenhosos, é essencial para a manutenção desses organismos. Pois, conclui-se que o impacto antrópico demonstrou reduzir significativamente a riqueza fúngica, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo ambiental. O Alto de São Bento configura-se como um local estratégico para a pesquisa micológica em Portugal, fornecendo dados valiosos para a biologia da conservação e o entendimento da ecologia dos macrofungos em ecossistemas mediterrânicos. Dessa forma, reafirma-se a importância deste trabalho como referência inicial para a conservação e valorização da diversidade fúngica do Alto de São Bento, ressaltando a necessidade de continuidade de estudos, investimentos em educação ambiental e integração do Micobiota nos debates sobre a sustentabilidade dos ecossistemas mediterrânicos.

Para aprofundar esse conhecimento, recomenda-se a realização de monitoramentos sazonais da diversidade fúngica, a fim de compreender variações temporais na ocorrência das espécies. Estudos detalhados sobre interações entre macrofungos e suas plantas hospedeiras, bem como sobre a função ecológica de espécies menos conhecidas, serão fundamentais para expandir a compreensão da dinâmica fúngica. Além disso, a implementação de programas de monitoramento de longo prazo permitiria avaliar respostas das populações de macrofungos às mudanças climáticas e ao uso do solo. A adoção de medidas de conservação específicas, incluindo a criação de uma lista vermelha nacional para fungos e a realização de ações educativas, fortaleceria os esforços para a preservação desses organismos frequentemente negligenciados.

Em última análise, espera-se que este estudo sirva como referência para futuras pesquisas e que contribua para o reconhecimento da importância ecológica, econômica e cultural dos macrofungos. A tabela completa contendo todas as espécies identificadas, seus respectivos transectos e classificações tróficas encontra-se nos anexos, juntamente com um quadro ilustrativo contendo fotografias representativas das espécies coletadas, proporcionando uma melhor visualização das características morfológicas dos macrofungos registrados.

## Referências

- iNaturalist. (s.d.). In Natura. Disponível em: <https://www.inaturalist.org>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- Abreu, J. G. T. D. (2022). Contributo da herpetofauna para a riqueza do património natural do Alto de São Bento (Évora). Dissertação de mestrado, Universidade de Évora.
- AccuWeather. (2023). *Meteorologia mensal em Évora, Évora, Portugal*.
- Alegria, P. A. B. (2015). *Estudos das comunidades de macrofungos em montados de sobre sujeitos a diferentes manejos* (Master 's thesis, Universidade de Évora).
- Álvarez, R., Marañón, T., & Villar, R. (2009). Effects of tree cover on the biomass and diversity of the herbaceous layer in Mediterranean dehesas. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134(1-2), 41-46.
- Amade, A. A. (2020) Diversidade e factores que influenciam a distribuição dos macrofungos em dois habitats húmidos no Parque Nacional da Gorongosa.
- Antonelli, A., Fry, C., Smith, R.J., Eden, J., Govaerts, R.H.A., Kersey, P., Nic Lughadha, E., et al. (2023). State of the World's Plants and Fungi 2023 – Tackling the Nature Emergency: Evidence, gaps and priorities. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Baldrian, P. (2017). Forest microbiome: diversity, complexity and dynamics. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(2), 109–130.
- Baldrian, P. (2017). Microbial activity and the dynamics of ecosystem processes in forest soils. *Current Opinion in Microbiology*, 37, 128-134.
- Barnett, H. L., & Binder, F. L. (1973). The fungal host-parasite relationship. *Annual Review of Phytopathology*, 11(1), 273-292.
- Barros, J. (2020). Fertilidade do solo e Nutrição das plantas.
- Baumgartner, K., Coetzee, M. P. A., & Hoffmeister, D. (2011). Secrets of the subterranean pathosystem of *Armillaria*. *Molecular Plant Pathology*, 12(6), 515-534.
- Bilou, F. (2017). As Fortificações de Évora: Imagem, valor e recurso. *O Pelourinho: Boletim de Relaciones transfronterizas*, (21), 187-200.
- Black, J. G. *Microbiologia: fundamentos e perspectivas*. 4ª Ed., Guanabara Koogan, 2002.
- Boddy, L., & Watkinson, S. C. (1995). Decomposition of wood: Fungal roles in nutrient cycling. *Mycological Research*, 99(8), 897-906.

- Boddy, L., & Watkinson, S. C. (1995). Wood decomposition: higher fungi, and their role in nutrient redistribution. *Canadian Journal of Botany*, 73(S1), 1377-1383.
- Boddy, L., Frankland, J. C., & Van West, P. (2008). *Ecology of Saprotrophic Basidiomycetes*. Academic Press.
- Bon M (2004) *Champignons de France et d'Europe occidentale*. Flammarion, Paris, France.
- Bononi, V.L.R. & Grandi, R.A.P. 1999. *Zigomicetos, Basidiomicetos e Deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas*. Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, pp. 1-184.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson.
- Breitenbach, J., & Kränzlin, F. (1984-2000). *Fungi of Switzerland (Vols. 1-6)*. Verlag Mykologia.
- Calonge FD (1998) *Flora mycologica iberica*, vol. 3: Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. J. Cramer, Suttgart, Germany.
- Câmara Municipal de Évora, [Município Évora]. (2021, março 22) *A vegetação do Alto do São Bento* [Vídeo]. YouTube. <https://youtu.be/dE27BWKLDuA?si=8rAn5fKH98tq6DAX>.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- Carvalho, J. C., Pires, M., & Teixeira, R. (2019). Dinâmica ecológica e conservação em ecossistemas mediterrânicos: Impactos antrópicos e estratégias de manejo. *Revista Portuguesa de Ecologia*, 16(2), 45-59.
- CCRES – Centro de Competências em Recursos Silvestres. (s.d.). *Cogumelos Silvestres em Portugal*. Disponível em: <https://www.cres.pt/cogumelos/silvestres>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- Chang, S.T., & Miles P.G. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact* – 2nd ed., 1-10, 27-35, 40-47.
- Climate-Data.org. (2023). *Clima Évora: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Évora*.
- CME. “Está inaugurado o Moinho de Vento do Alto de S. Bento”. 17.10.2022 < <https://www.cm-evora.pt/esta-inaugurado-o-moinho-de-vento-do-alto-de-s-bento> > acessado em: 08.05.2023
- Conde, AF (2011). *Do claustro ao século: O Canto e a Escrita no mosteiro de S. Bento de Cástris, Évora*.

- Currah, R. S., et al. (1999). Identification of macrofungi. *Mycological Research*, 103(8), 927-940.
- Deacon, J. W. (2006). *Fungal Biology*. 4th ed. Blackwell Publishing.
- Delgado, C., & García, R. (2007). Soil properties and management of granite-derived soils in Mediterranean climates. *Geoderma*, 142(2), 120-129.
- Dix, N. J., Webster, J. W. (1995) *Fungal Ecology*. Capman and Hall. London, U.K.
- Dos Santos, E. R. D., & Junior, P. A. H.(2015). *Material Complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos*.
- Egli, S. (2011). Mycorrhizal mushroom diversity and productivity—an indicator of forest health? *Annals of Forest Science*, 68(1), 81-88.
- Egli, S. (2011). Mycorrhizal mushroom diversity and productivity—an indicator of forest health? *Annals of Forest Science*, 68(1), 81-88.
- Garrett, S. D. (1970). *Pathogenic root-infecting fungi*. Cambridge University Press.
- Gomes, C. P., Pais, C., Freitas, M. C. L., Carrilho, M. E., Valadas, M. F., & Mendes, S. (2003). *Flórmula do Alto de S. Bento – Évora*. Câmara Municipal de Évora.
- Haelewaters, D., et al. (2021). Fungal conservation in a global-change world. *Fungal Biology and Biotechnology*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40694-021-00117-4>
- Halbwachs, H., et al. (2018). Environmental filtering and functional diversity of wood-inhabiting fungi in temperate forests. *Fungal Ecology*, 35, 1–9.
- Halbwachs, H., Simmel, J., & Bässler, C. (2018). Tales and mysteries of fungal fruiting: How morphological and physiological traits affect a pileate lifestyle. *Fungal Biology Reviews*, 32(4), 178-184.
- Halbwachs, H., Simmel, J., & Bässler, C. (2018). Trophic strategies of fungi in decomposing litter. *Fungal Ecology*, 32, 26-38.
- Hawksworth, D. L. (2001). The international fungal directory and species descriptions. *Fungal Diversity Research Series*, 7, 1-112.
- Hawksworth, D. L., & Rossman, A. Y. (1997). Where Are All the Undescribed Fungi? *Phytopathology*, 87(9), 888–891.
- Heilmann-Clausen, J., & Boddy, L. (2005). Hollow trees and dead wood: microhabitats and fungal diversity. In *Fungal Conservation* (pp. 263-285). CAB International.
- Hennon, P. E., Worrall, J. J., & Shaw, C. G. (1990). *Armillaria root disease of Alaskan forests*. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-287.

Herrera, C. M. (1995). Plant-vertebrate seed dispersal systems in the Mediterranean: Ecological and evolutionary perspectives. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 705-727.

Index Fungorum Partnership. (s.d.). Index Fungorum. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org>. Acesso em: 15 mar. 2025.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). (2024). Clima de Portugal. Recuperado em [03.05.2024], de <https://www.ipma.pt/pt/educativa/tempo.clima/>

IUCN. 2023. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1*. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [05. 05. 2024]

Jeffries, P. (1995). Biology and ecology of mycoparasitism. *Canadian Journal of Botany*, 73(S1), 1284-1290.

Jeffries, P., Young, T. W. K., & Gadgil, P. D. (2006). Interactions between fungi. In *Fungi in Ecosystem Processes*. Springer, pp. 223-237.

Karavani, A., et al. (2018). Soil compaction reduces the diversity and function of mycorrhizal communities in Mediterranean rangelands. *Applied Soil Ecology*, 124, 15–22.

Kennedy, P. G., & Widden, P. (1991). Ecological aspects of ectomycorrhizal fungal communities. *Mycologia*, 83(4), 464-474.

Kennedy, P. G., & Widden, P. (1991). Ecology of parasitic and saprotrophic fungi. *Canadian Journal of Botany*, 69(7), 1532-1538.

Krug, J. C., Benny, G. L., & Keller, H. W. (2004). Coprophilous Fungi. In *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier.

Kuo, M. (s.d.). MushroomExpert.com. Disponível em: <https://www.mushroomexpert.com>. Acesso em: 15 mar. 2025.

Laessle, T., & Petersen, J. H. (2019). *Fungi of Temperate Europe (Vols. 1-2)*. Princeton University Press.

Largent, D. L. (1986) *How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features*. Mad River Press, Inc 166 p

Lindahl, B. D., & Clemmensen, K. E. (2017). Fungal ecology in boreal forest ecosystems. *Fungal Ecology*, 27, 1-2.

Lonsdale, D., Pautasso, M., & Holdenrieder, O. (2008). Wood-decay fungi in the forest ecosystem: importance and management. *Forest Ecology and Management*, 257(4), 1079-1093.

- Madigan, M.T.; Martinko, J.M.; Parker, J. Microbiologia de Brock. 10ª Ed. São Paulo: Prentice Hall do Brasil, 2004.
- Maia, L. C., Carvalho Júnior, A. A. D., Cavalcanti, L. D. H., Gugliotta, A. D. M., Drechsler-Santos, E. R., Santiago, A. L. D. A., ... & Silva, V. F. D. (2015). Diversity of Brazilian fungi. *Rodriguésia*, 66, 1033-1045.
- Maliye, C. C. ., & Y.T., L. (2024). Mushroom sprouting out of a living frog. *Reptiles & Amphibians*, 31(1), e20966. <https://doi.org/10.17161/randa.v31i1.20966> Disponível em <https://journals.ku.edu/reptilesandamphibians/article/view/20966/19496> acessado em: 01/03/2024.
- Marques, M. B. S. (2012). Diversidade e ecologia dos macrofungos do jardim botânico da Universidade de Coimbra.
- Martínez-Peña, F., Ágreda, T., & Álvarez, J. M. (2011). Edaphic and climatic factors affecting productivity of wild edible fungi in some Spanish forests. *Forest Ecology and Management*, 261(1), 20-27.
- Martins, X. F., *et al.* (2017). Diversidade de Macrofungos na Mata da Margarça. Universidade de Coimbra.
- Martins, X.F. (2004). Cogumelos – Património Natural Transmontano. João Azevedo Editor, Portugal, Vol 1, 19-101.
- Molinaro, E. M., Caputo, L. F. G., & Amendoeira, M. R. R. (2012). Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde, v. 5.
- Monteiro, M., Tereno, M., & Pereira, M. (2019). Recursos hídricos da cidade de Évora re) interpretação de alguma cartografia e iconografia históricas da cidade.
- Mueller, G. M., Bills, G. F., & Foster, M. S. (2004). Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods. Elsevier.
- Murray, P.R.; Rosenthal, K.S.; Kobayashi, G.S.; Pfaller, M.A. Microbiologia Médica. 4ª Ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004.
- Mycobank – Westerdijk Fungal Biodiversity Institute. (s.d.). Mycobank Database. Disponível em: <https://www.mycobank.org>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- Mycology Collections Portal. (s.d.). MycoPortal. Disponível em: <http://mycoportal.org/portal/>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- Osono, T. (2007). Ecology of ligninolytic fungi associated with leaf litter decomposition. *Ecological Research*, 22(6), 955-974.

- Pautasso, M. (2013). Fungi and conservation: a global overview. *Fungal Diversity*, 64, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0271-3>
- Pearce, R. B. (1996). Antimicrobial defences in the wood of living trees. *New Phytologist*, 132(2), 203-233.
- Peay, K. G., Kennedy, P. G., & Talbot, J. M. (2016). Dimensions of biodiversity in the Earth's mycobiome. *Nature Reviews Microbiology*, 14(7), 434-447.
- Pereira, J. M. (2015). *Comunidades de macrofungos em bosques de Quercus faginea subsp. Broteroi e de Quercus otundifolia no maciço calcário de Sicó-Alvaiázere* (Master's thesis).
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131–144.
- Porrás-Alfaro, A., & Bayman, P. (2011). Hidden fungi, emergent properties: Endophytes and microbiomes. *Annual Review of Phytopathology*, 49(1), 291-315.
- Prescott, C. E., & Grayston, S. J. (2013). Tree species influence on microbial communities in litter and soil: current knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 309, 19-27.
- Queirós, B. C. R. (2009). *Efeitos Sinérgicos da Capacidade Antioxidante de Cogumelos* (Doctoral dissertation, Universidade de Aveiro (Portugal)).
- Rádio Campanário. (2023). Évora: Incêndio no Alto de São Bento mobiliza operacionais [Notícia online]. Acesso em 25 de março de 2025, de <https://www.radiocampanario.com/ultimas/ultimas/evora-incendio-no-alto-de-sao-bento-combate-mobiliza-25-operacionais-fotogaleria>
- Rajala, T., Peltoniemi, M., Pennanen, T., & Mäkipää, R. (2012). Fungal community dynamics in decomposing Norway spruce logs. *Fungal Ecology*, 5(5), 374-381.
- Ramos, Luiz Antonio Silva. Diversidade e posicionamento filogenético de espécies de *Agaricus* da região metropolitana de São Paulo-SP / Luiz Antonio Silva Ramos – São Paulo, 2018. 103p. il. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2018.
- Rayner, A. D. M., & Boddy, L. (1988). *Fungal Decomposition of Wood: Its Biology and Ecology*. Wiley.
- Rezende, N., Figueiredo, M. D. S. L., & de Viveiros Grelle, C. E. (2011). Características determinantes do risco de extinção global de mamíferos. *Oecologia Australis*, 15(2), 275-290.

- Ribeiro, C. I. M. (2006). Cartografia de rochas ígneas: análise da orientação preferencial de fenocristais de feldspato para a caracterização do fluxo magmático nos granitóides porfíroides do Alto de São Bento (Maciço de Évora, zona de Ossa Morena). Dissertação de mestrado, Universidade de Évora.
- Richard, F., Moreau, P. A., Selosse, M. A., & Gardes, M. (2004). Diversity and fruiting patterns of ectomycorrhizal and saprobic fungi in an old-growth Mediterranean forest dominated by *Quercus ilex* L. *Canadian Journal of Botany*, 82(12), 1711-1729.
- Richardson, M. J. (2001). Diversity and occurrence of coprophilous fungi. *Mycological Research*, 105(4), 387–402.
- Rillig, M. C., Muller, L. A., & Lehmann, A. (2019). Soil aggregates as massively concurrent evolutionary incubators. *The ISME Journal*, 13(9), 2124-2130.
- Rogerson, C. T., & Samuels, G. J. (1993). Polyporiculous species of *Hypomyces*. *Mycologia*, 85(2), 231-272.
- Rossmann, A. Y., & Samuels, G. J. (2004). *Identification and classification of fungal species*. *Mycological Research*, 108(1), 77-84.
- Royal Botanic Gardens, Kew. (s.d.). Species Fungorum. Disponível em: <http://www.speciesfungorum.org>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- RTP Ensina. (2024). Clima de Portugal Continental. Recuperado em [03.05.2024], de <https://ensina.rtp.pt/explicador/clima-de-portugal-continental/>
- Santos, Elisandro R.D. 2015. Material Complementar ao Livro Sistemática Vegetal I: Fungos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- Santos-Silva, C., & Louro, R. (2022). O Micobiota do Parque Natural da Serra de S. Mamede/Mycobiota of Natural Park of S. Mamede Mountain.
- Sapata, M... [et al]. 2021. Cogumelos em Portugal: tradição e novas abordagens / coord. Helena Machado; Oeiras: INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária. (Silva Lusitana. Caderno Técnico; 6). – ISBN 978-972-579-056-4
- Schwarze, F. W. M. R., Engels, J., & Mattheck, C. (2000). *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Springer.
- Silva, A. P., Vicente, H. P., & Baptista-Ferreira, J. (2013). *Guia do Colector de Cogumelos—para os cogumelos silvestres comestíveis com interesse comercial em Portugal*. DGADR e ICNF (Coord.). 2013.

- Silva, A. P., Vicente, H. P., & Baptista-Ferreira, J. (2017). Guia do Coletor de Cogumelos: para os cogumelos silvestres comestíveis com interesse comercial em Portugal. DGADR e ICNF.
- Silva, R., & Souza, R. (2017). "Fungos na Agricultura." Editora UFV
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688.
- Siniscalco et al., 2013. Storia della micologia italiana e primo contributo alla nomenclatura correttadei funghi. ISPRA, Manuali e Linee Guida n. 104/2013.
- Smith, M.E., Henkel, T.W., & Rollins, J.A. (2017). How many fungi make sclerotia? *Fungal Ecology*, 29, 78-89.
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.
- Suz, L. M., Barsoum, N., Benham, S., Dietrich, H. P., Fetzer, K. D., Fischer, R., & Jarosz, N. (2021). Environmental drivers of forest soil fungal communities in European beech forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 154, 108127.
- Tedersoo, L., Bahram, M., Põlme, S., et al. (2020). Global patterns in the distribution of ectomycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 226(4), 1071-1083.
- Tedersoo, L., May, T.W., & Smith, M.E. (2014). Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: Global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza*, 24(5), 371-380.
- Universidade de Évora. (2023). Guia de Macrofungos do Parque Natural de São Mamede. Disponível em: <https://www.uevora.pt>. Acesso em: 15 mar. 2025.
- Valentim, C. (2024). *Cumes e Trilhos: Alto de São Bento*. Disponível em: <https://valentim.org/cume/37690> [Acesso em: 6 jul. 2025].
- Van der Wal, A., Geurts, J. J. M., & Bobbink, R. (2015). Impact of soil compaction on fungal hyphal networks and nutrient cycling. *Soil Biology and Biochemistry*, 91, 70-75.
- Van der Wal, A., Ottosson, E., & De Boer, W. (2013). Neglected role of fungal community composition in explaining variation in wood decay rates. *Ecology*, 94(8), 1612-1622.
- Visitar Évora. (2024). Tempo em Évora e clima do Alentejo. Acessado em [03.05.2024], de <https://www.visitevora.net/es/tiempo-evora-clima-alentejo/>
- Watkinson, S. C., & Tudzynski, P. (2013). Saprotrophic lifestyles of fungi. *Advances in Applied Microbiology*, 86, 1-41.
- Watkinson, S. C., Boddy, L., & Money, N. P. (2015). *The Fungi*. Academic Press.
- Watkinson, S., & Tudzynski, P. (2013). *The Fungi* (3rd ed.). Elsevier.

Watling, R., & Harper, D. B. (2016). Fungal biogeography and its significance to ecology. *Mycological Research*, 120(12), 1029-1037.

Watling, R., & Harper, D. B. (2016). Fungi and nitrogen in agriculture. *Mycological Research*, 120(10), 1105-1111.

Watling, R., & Harper, D. B. (2016). Fungi and their role in dung decomposition. *Mycological Research*, 120(4), 302-311.

Weather Spark. (2023). *Histórico de condições meteorológicas em 2023 em Évora, Portugal*.

Whittaker, R.H., 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science*.

## Anexos

### Anexo I. Lista da Flórmula do Alto de São Bento

Nome científico	Nome vulgar	Família	Tipo
<i>Adenocarpus complicatus (L) Gay</i>	condesso	<i>Fabaceae</i>	arbusto
<i>Arisarum vulgare subp. Simorrhinum (Durieu) Maire &amp; Weller</i>	capuz-de-fradinho	<i>Araceae</i>	planta herbacea
<i>Arum Italicum Miller</i>	jarros-dos-campos	<i>Araceae</i>	planta herbacea
<i>Asparagus acutifolius L.</i>	espargo-bravo-menor	<i>Liliaceae</i>	liana
<i>Asparagus aphyllus L.</i>	espargo-bravo-maior	<i>Liliaceae</i>	liana
<i>Calicotome villosa (Poiret)</i>	Tojo	<i>Fabaceae</i>	arbusto
<i>Celtis australis L.</i>	lódão-bastardo	<i>Ulmaceae</i>	arvore
<i>Cistus crispus L.</i>	roselha	<i>Cistaceae</i>	arbusto
<i>Cistus ladanifer L</i>	esteva	<i>Cistaceae</i>	arbusto
<i>Cistus psilosepalus Sweet</i>	sanganho	<i>Cistaceae</i>	arbusto
<i>Cistus salvifolius L</i>	sargaço	<i>Cistaceae</i>	arbusto
<i>Daphe gnidium L-</i>	trovisco	<i>Thymelaeaceae</i>	arbusto
<i>Dianthus lusitanus Brot.</i>	cravinho	<i>Caryophyllaceae</i>	planta herbacea
<i>Digitais thapsi L.</i>	dedaleira	<i>Scrophulariaceae</i>	planta herbacea
<i>Hycacinthoides hispanica (Miller) Rothm</i>	jacinto	<i>Liliaceae</i>	planta herbacea
<i>Hyparrhenia sinaica (Della) Llauradó</i>	Capim	<i>Poacea</i>	planta herbacea
<i>Lavandura sampaioana (Rozeira) Rivas-Martinez, T.E.Diaz &amp; F. Fernández-González</i>	rosmaninho-maior	<i>Lamiaceae</i>	arbusto
<i>Lonicera implexa Alton</i>	madressilva	<i>Caprifoliaceae</i>	liana
<i>Lupinus albus L.</i>	tremoceiro	<i>Fabaceae</i>	planta herbacea
<i>Lupinus angustifolius (L)</i>	tremoção-bravo	<i>Fabaceae</i>	planta herbacea
<i>Lupinus luteus L.</i>	tremocilha	<i>Fabaceae</i>	planta herbacea
<i>Medicago orbicularis (L.) Bortal</i>	luzerna-orbicular	<i>Fabaceae</i>	planta herbacea
<i>Myrtus communis L.</i>	murta	<i>Myrtaceae</i>	arbusto
<i>Olea europaea var. sylvestris (Miller) Brot.</i>	zambujeiro	<i>Oleaceae</i>	arvore
<i>Orchis morio L.</i>	testiculo-de-cão	<i>Orchidaceae</i>	planta herbacea

<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	Isco	<i>Asteraceae</i>	arbusto
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	lentisco-bastardo	<i>Oleaceae</i>	arbusto
<i>Pinus pinea</i> L.	pinheiro-manso	<i>Pinaceae</i>	árvore
<i>Pyrus bourgaeana</i> Decne	catapereiro	<i>Rosaceae</i>	árvore
<i>Quercus coccifera</i> L.	carrasco	<i>Fabaceae</i>	arbusto
<i>Quercus rotundifolia</i> Lam.	azinheira	<i>Fabaceae</i>	árvore
<i>Quercus suber</i> L.	sobreiro	<i>Fagaceae</i>	árvore
<i>Raphanus raphanistrum</i> L	saramago	<i>Brassicaceae</i>	planta herbacea
<i>Raphanus alaternus</i> L.	sanguinho-das-sebes	<i>Rhamnaceae</i>	árvore
<i>Rubia peregrina</i> L.	agarra-salas	<i>Rubiaceae</i>	liana
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Silva	<i>Rosaceae</i>	arbusto
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	gilbardeira	<i>Liliaceae</i>	arbusto
<i>Smilax aspera</i> L.	salsaparrilha-bastarda	<i>Liliaceae</i>	liana
<i>Stipa gigantea</i> Link	baracejo	<i>Poaceae</i>	planta herbacea
<i>Tamus communis</i> L.	uva-de-cão	<i>Dioscoriaceae</i>	liana
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	trevo-campestre	<i>Fabaceae</i>	planta herbacea
<i>Tuberaria guttata</i> (L) Fourr	tuberárea-mosqueda	<i>Cistaceae</i>	planta herbacea
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	umbigo-de-venus	<i>Crassulaceae</i>	planta herbacea
<i>Urginea maritima</i> (L) Baker	cebola-albarrã	<i>Liliaceae</i>	planta herbacea

**Anexo II. Fotografias dos exemplares por espécimes coletados.**

					
<i>Amanita curtipes</i> E.-J. Gilbert	<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quél.	<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm	<i>Conocybe tenera</i> (Schaeff.) Kühner	<i>Cortinarius</i> gr. <i>Telamonia</i> ( <i>Cortinarius bulliardii</i> (Pers.) Fr.)	<i>Rickenella fibula</i> (Bull.) Raitelh
					
<i>Crinipellis stipitaria</i> (Fr.) Pat	<i>Infundibulicybe gibba</i> (Pers.) Harmaja	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	<i>Melanoleuca brevipes</i> (Bull.) Pat	<i>Tricholoma sculpturatum</i> (Fr.) Quél	<i>Tricholoma sejunctum</i> (Sowerby) Quél.

					
<i>Cuphophyllus russocoriaceus</i> (Berk. & TK Mill.) Bom	<i>Hygrophorus cossus</i> (Sowerby) Fr	<i>Tubaria romangnesiana</i> (Arnolds)	<i>Crepidotus cesatii</i> (Rabenh.) Sacc	<i>Lactarius camphoratus</i> (Bull.) Fr	<i>Russula fragilis</i> (Pe.)
					
<i>Irpiciporus pachyodon</i> (Pers.) Kotl. & Pouzar	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	<i>Meripilus giganteus</i> (Pers.) P. Karst	<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm	<i>Panaeolus papilionaceus</i> (Bull.) Quél	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm

					
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer	<i>Vascellum pratense</i> (Pers.) Kreisel	<i>Agrocybe pediades</i> (Fr.) Fayod	<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühner	<i>Gymnopilus suberis</i> (Maire) Singer	<i>Hebeloma cistophilum</i> (Maire)
					
<i>Omphalotus olearius</i> (DC.) Singer	<i>Marasmius oreades</i> (Bolton) Pe	<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	<i>Pluteus petasatus</i> (Fr.) Gillet	<i>Volvariella gloiocephala</i> (DC.) Boekhout & Enderle	<i>Entoloma cistophilum</i> (Trimbach)

					
<i>Psilocybe coronilla</i> (Bull.) Noordel	<i>Candolleomyces candolleanus</i> (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer	<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	<i>Coprinellus xanthothrix</i> (Romagn.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	<i>Psathyrella bipellis</i> (Quél.) AH Sm	<i>Psathyrella murcida</i> (Fr.) Kits van Wav
					
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	<i>Tremela aurantia</i> (Schwein)	<i>Trichaptum bifforme</i> (Fr.) Ryvarden	<i>Agaricus campestris</i> (Schwein)	<i>Lepiota castanea</i> (Quél)	<i>Lepiota lilacea</i> (Bres)

					
<p><i>Lepiota phaeodisca</i> (Bellù) Contu &amp; Luigi Curreli</p>	<p><i>Clitocybe rivulosa</i> (Pers.) P. Kumm</p>	<p><i>Clitopilus prunulus</i> (Scop.) P. Kumm</p>	<p><i>Pholiota lenta</i> (Pers.) Singer</p>	<p><i>Scleroderma verrucosum</i> (Bull.) Pers</p>	<p><i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill</p>
					
<p><i>Astraeus</i> <i>hygrometricus</i> (Pers.) Morgan</p>					

**Anexo III. Espécies de macrofungos registradas no Alto de São Bento, com respectivas divisões, ordens, famílias, grupos tróficos, número total de exemplares e presença nos transectos 1, 2 e 3.**

DIVISÃO	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	GRUPO TRÓFICO	NÚMERO DE EXEMPLARES	TRANSECTO 1	TRANSECTO 2	TRANSECTO 3
Basidiomycota	Agaricales	Agaricaceae	<i>Agaricus campestris</i> (Schwein)	Sh	2			X
			<i>Lepiota castanea</i> (Qué)l	Sh	2			X
			<i>Lepiota lilacea</i> (Bres)	Sh	1			X
			<i>Lepiota phaeodisca</i> (Bellù) Contu & Luigi Curreli	Sh	29			X
			<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer	Sh	1			X
			<i>Vascellum pratense</i> (Pers.) Kreisel	Sh	5	X		X
		Amanitaceae	<i>Amanita curtipes</i> E.-J. Gilbert	M	1	X		
		Bolbitiaceae	<i>Conocybe tenera</i> (Schaeff.) Kühner	Sh	1			X
		Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i> gr. <i>Telamonia</i> ( <i>Cortinarius bulliardii</i> (Pers.) Fr.)	M	1			X
		Entolomataceae	<i>Clitopilus prunulus</i> (Scop.) P. Kumm	Sh	11			X
			<i>Entoloma cistophilum</i> (Trimbach)	M	1			X
		Galeropsidaceae	<i>Panaeolus papilionaceus</i> (Bull.) Qué)l	Sc	53	X		
		Hydnangiaceae	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	M	87	X		X
		Hygrophoraceae	<i>Cuphophyllus russocoriaceus</i> (Berk. & TK Mill.) Bom	Sh	1			X
			<i>Hygrophorus cossus</i> (Sowerby) Fr	M	1	X		
		Inocybaceae	<i>Crepidotus cesatii</i> (Rabenh.) Sacc	Sl	4			X
			<i>Tubaria romangnesiana</i> (Arnolds)	Sh	22			X
		Marasmiaceae	<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	Sh	1	X		

			<i>Marasmius oreades (Bolton) Pér.</i>	Sh	3			X
			<i>Omphalotus olearius (DC.) Singer</i>	Sl	2			X
		<i>Mycenaceae</i>	<i>Mycena pura (Pers.) P. Kumm</i>	Sh	10	X		
		<i>Physalacriaceae</i>	<i>Armillaria mellea (Vahl) P. Kumm</i>	Pp	16			X
		<i>Pleurotaceae</i>	<i>Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm</i>	Pp e Sl	1			X
		<i>Pluteaceae</i>	<i>Pluteus cervinus (Schaeff.) P. Kumm.</i>	Sl	1			X
			<i>Pluteus petasatus (Fr.) Gillet</i>	Sl	2			X
			<i>Volvariella gloiocephala (DC.) Boekhout &amp; Enderle</i>	Sh	1			X
		<i>Psathyrellaceae</i>	<i>Candolleomyces candolleanus (Fr.) D. Wächt. &amp; A. Melzer</i>	Sh	1			X
			<i>Coprinellus micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple &amp; Jacq. Johnson</i>	Sl	1			X
			<i>Coprinellus xanthothrix (Romagn.) Vilgalys, Hopple &amp; Jacq. Johnson</i>	Sl	4		X	X
			<i>Psathyrella bipellis (Quél.) AH Sm</i>	Sh	1		X	X
			<i>Psathyrella murcida (Fr.) Kits van Wav</i>	Sh	3			X
		<i>Rickenellaceae</i>	<i>Rickenella fibula (Bull.) Raitelth</i>	M	18	X		X
		<i>Strophariaceae</i>	<i>Agrocybe pediades (Fr.) Fayod</i>	Sh	3	X		
			<i>Galerina marginata (Batsch) Kühner</i>	Sl	18			X
			<i>Gymnopilus suberis (Maire) Singer</i>	Sl	52	X	X	X
			<i>Hebeloma cistophilum (Maire)</i>	M	18	X		
			<i>Pholiota lenta (Pers.) Singer</i>	Sl	3			X
			<i>Psilocybe coronilla (Bull.) Noordel</i>	Sh	3			X
		<i>Tricholomataceae</i>	<i>Clitocybe rivulosa (Pers.) P. Kumm</i>	Sh	11	X		
			<i>Crinipellis stipitaria (Fr.) Pat</i>	Sl	1		X	

			<i>Infundibulicybe gibba</i> (Pers.) <i>Harmaja</i>	Sh	1			X
			<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	Sh	1			X
			<i>Melanoleuca brevipes</i> (Bull.) Pat	Sh	1	X		
			<i>Tricholoma scalpturatum</i> (Fr.) Qué!	M	2			X
			<i>Tricholoma sejunctum</i> (Sowerby) Qué!	M	6			X
<b>Boletales</b>	<i>Boletaceae</i>	<i>Xerocomus subtmentosus</i> (L.) Qué!	M	1				X
	<i>Diplocystidiaceae</i>	<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	M	28	X			X
	<i>Sclerodermataceae</i>	<i>Scleroderma verrucosum</i> (Bull.) Pers	M	4				X
<b>Hymenochaetales</b>	<i>Hymenochaetaeae</i>	<i>Trichaptum bifforme</i> (Fr.) Ryvarden	Sl	7				X
<b>Polyporales</b>	<i>Meripilaceae</i>	<i>Meripilus giganteus</i> (Pers.) P. Karst	Pp e Sl	1			X	
	<i>Meruliaceae</i>	<i>Irpiciporus pachyodon</i> (Pers.) Kotl. & Pouzar	Sl	9				X
<b>Russulales</b>	<i>Russulaceae</i>	<i>Lactarius camphoratus</i> (Bull.) Fr	M	16				X
		<i>Russula fragilis</i> (Pe.)	M	1				X
	<i>Stereaceae</i>	<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	Pp e Sl	89	X			X
<b>Tremellales</b>	<i>Tremellaceae</i>	<i>Tremela aurantia</i> (Schwein)	Pf	15				X